

T
631.4
A594f
Ej 1

marbete
bolsillo
ficha

7817

Decoratura

Universidad de Nariño
BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO

7817 a 8 3 8

News

REPORT OF THE COMMISSIONERS OF THE LAND OFFICE,
IN RESPONSE TO A RESOLUTION OF THE HOUSE OF COMMONS,
PASSED ON THE 11TH MARCH 1881.

1881

LONDON: PRINTED BY
HARRISON AND SONS,
ST. MARTIN'S LANE.

PRINTED BY
HARRISON AND SONS,
ST. MARTIN'S LANE.

LONDON: 1881

PRINTED BY HARRISON AND SONS,
ST. MARTIN'S LANE.

LONDON: 1881

1881

FRACCIONAMIENTO DE NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO
EN EL PISO TROPICAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO,
LLANURA DEL PACIFICO

POR

HECTOR F. ANGULO R.

LUIS R. NAVAS R.

ALCIDES VILLAMIL D.

Este libro y conclusiones contenidas en la tesis
de grado, son de propiedad exclusiva de

Tesis de grado presentada como requisito
parcial para optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO
en el año de 1.970, cuando del Departamento de
Agronomía de la Universidad de Nariño,

Presidente de Tesis

MARIO BLANCO L., I. A., Ph. D.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRÍCOLA

Pasto - Colombia

1.970

"Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de sus autores".

Artículo 1o. del Acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1.966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

A LOS ESFUERZOS DE MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MI HIJO

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

DEDICO

HECTOR F. ANULO R.

A LOS ESPEROS DE MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MIS HIJAS

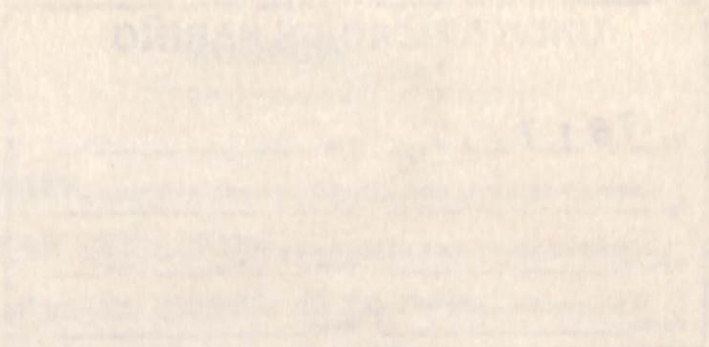
A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

DEDICO

LUIS R. NAVAS R.



INDICACIONES AL

HAJO HENCO LAGUNA I. de. Sr. D.
FRANCISCO GARCIA DE LA ESPERILLA
HAYO GARCIA QUINTERO I. de.

A LOS ESFUERZOS DE MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

Yo, el suscriptor, con el fin de
que sea de utilidad para el
pueblo de este país, he
escrito este libro.

DEDICO

ALCIDES VILLAMIL D.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
BIBLIOTECA
ALBERTO QUINDO GUERRERO

No. 7817

Fac. _____

El _____

Valor \$ _____ Don. _____ Com. _____

Fecha _____ Resp. _____

RECONOCIMIENTOS A:

- 1. **MARIO BLASCO LAMENCA I.A., Ph. D.**
- 2. **FRANCISCO CORES DE LA ESPRIELLA**
- 3. **EPHRAIM CORAL QUINTERO I.A.**

Personal de laboratorio de suelos
del Instituto Tecnológico Agrícola

Todas las personas que en una u otra
forma colaboraron en el desarrollo
del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Descripción general de la zona.....	3
2.1.1 Ubicación y extensión.....	3
A. Zona de manglares.....	3
B. Zona aluvial.....	3
C. Zona de terrazas.....	4
D. Zona de colinas.....	4
a.- Colinas quebradas.....	4
b.- Colinas onduladas.....	5
2.1.2 Ecología y climatología.....	5
2.1.2.1 Humedad relativa.....	8
2.1.2.2 Nubosidad.....	8
2.1.2.3 Vientos y huracanes.....	8
2.1.3 Uso actual de la tierra.....	8
2.1.3.1 Explotación forestal.....	10
2.1.3.2 Ganadería.....	10
2.1.4 Geología.....	11
2.1.5 Suelos.....	13
2.1.5.1 Demague y drenaje.....	14
2.1.5.2 Nivel freático.....	14
2.2 Algunos aspectos del nitrógeno, fósforo y potasio en suelos tropicales.....	15

	Pág.
2.2.1 Nitrógeno.....	15
2.2.2 Fósforo.....	17
2.2.3 Potasio.....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Materiales.....	23
3.1.1 Muestras.....	23
3.2 Métodos.....	24
3.2.1 Métodos para el análisis físico-químico.....	24
3.2.1.1 Color del suelo.....	24
3.2.1.2 Humedad.....	24
3.2.1.3 Textura.....	24
3.2.1.4 Reacción del suelo.....	24
3.2.1.5 Carbono orgánico.....	25
3.2.1.6 Materia orgánica.....	25
3.2.1.7 Relación carbono-nitrógeno.....	25
3.2.1.8 Capacidad catiónica de cambio.....	25
3.2.1.9 Cationes intercambiables.....	25
3.2.2 Fraccionamiento de nitrógeno.....	26
3.2.2.1 Nitrógeno total.....	26
3.2.2.2 Nitrógeno inorgánico.....	26
3.2.2.3 Nitrógeno orgánico.....	26
3.2.2.4 Nitrógeno intercambiable.....	27
3.2.2.5 Nitrógeno nativo fijo.....	27

	Pág.
3.2.2.6 Nitrógeno amoniacal.....	27
3.2.3 Fraccionamiento de fósforo.....	28
3.2.3.1 Fósforo fácilmente reemplazable.....	28
3.2.3.2 Fósforo unido al calcio no apatítico.....	29
3.2.3.3 Fósforo unido al aluminio...	29
3.2.3.4 Fósforo unido al hierro.....	29
3.2.3.5 Fósforo unido al calcio apatítico.....	29
3.2.3.6 Determinación del fósforo orgánico.....	30
3.2.3.7 Determinación del fósforo total.....	30
3.2.3.8 Fósforo inerte.....	31
3.2.3.9 Fósforo aprovechable.....	31
3.2.4 Fraccionamiento de potasio.....	31
3.2.4.1 Potasio total.....	31
3.2.4.2 Potasio soluble en agua.....	32
3.2.4.3 Potasio intercambiable.....	32
3.2.4.4 Potasio intercambiable (HNO ₃ 0,1N).....	32
3.2.4.5 Potasio no intercambiable...	33
A. Total.....	33
B. Fracción más soluble del	33

	Pág.
potasio no intercambiable	33
3.2.4.6 Lixiviación de potasio.....	34
3.2.4.7 Fracción estructural del po- tasio.....	34
3.2.4.8 Sodio total.....	34
3.2.5 Métodos estadísticos.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
4.1 Características generales.....	35
4.2 Fraccionamiento de nitrógeno.....	42
4.2.1 Nitrógeno total.....	42
4.2.2 Nitrógeno orgánico.....	43
4.2.3 Nitrógeno inorgánico.....	43
4.2.4 Nitrógeno nativo fijo.....	44
4.2.5 Nitrógeno intercambiable.....	44
4.3 Fraccionamiento de fósforo.....	45
4.3.1 Fósforo total.....	55
4.3.2 Fósforo inorgánico.....	55
4.3.3 Fósforo orgánico.....	56
4.3.4 Fósforo inerte.....	57
4.4 Fraccionamiento de potasio.....	58
4.4.1 Potasio total e intercambiable.....	58
4.4.2 Potasio estructural.....	73
4.4.3 Potasio no intercambiable.....	73
4.4.4 Lixiviación de potasio.....	74
4.5 Relación K/Na.....	74

	Pág.
4.6 Relación Ca/Mg.....	75
V. CONCLUSIONES.....	94
VI. RESUMEN.....	97
SUMMARY.....	99
VII. BIBLIOGRAFIA.....	100
VIII. APENDICE.....	116

Figura 3. Contenido promedio de los fructosanos de almidón. Valores horizontales..... 76

Figura 4. Contenido promedio de los fructosanos de almidón. Valores horizontales..... 81

Figura 5. Contenido promedio de los fructosanos de almidón. Valores horizontales..... 82

Figura 6. Relación entre el almidón total y el almidón amilosectico, de los tres horizontales estudiados..... 84

Figura 7. Contenido promedio de los fructosanos de almidón. Valores horizontales..... 85

Figura 8. Contenido promedio de los fructosanos de almidón. Valores horizontales..... 86

Figura 9. Contenido promedio de los fructosanos de almidón. Valores horizontales..... 87

ILUSTRACIONES

	Pág.
Figura 1. Departamento de Narino en la República de Colombia. Municipio de Tumaco en el Departamento de Narino.....	6
Figura 2. Localización de la zona estudiada en el Municipio de Tumaco.....	7
Figura 3. Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno. Primer horizonte.....	50
Figura 4. Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno. Segundo horizonte.....	51
Figura 5. Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno. Tercer horizonte.....	52
Figura 6. Relación entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable, en los tres horizontes estudiados.....	54
Figura 7. Contenido promedio de las fracciones de fósforo. Primer horizonte.....	63
Figura 8. Contenido promedio de las fracciones de fósforo. Segundo horizonte.....	64
Figura 9. Contenido promedio de las fracciones de fósforo. Tercer horizonte.....	65

	Pág.
Figura 10. Relación entre el fósforo total y el fósforo orgánico, en los tres horizontes estudiados.....	71
Figura 11. Contenido promedio de las fracciones de potasio. Primer horizonte.....	81
Figura 12. Contenido promedio de las fracciones de potasio. Segundo horizonte.....	82
Figura 13. Contenido promedio de las fracciones de potasio. Tercer horizonte.....	83
Figura 14. Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable, en los tres horizontes estudiados.....	93
Figura 15. Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable, primer horizonte.....	94
Figura 16. Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable, segundo horizonte.....	94
Figura 17. Fracciones de nitrógeno. Primer horizonte.....	95
Figura 18. Fracciones de nitrógeno. Segundo horizonte.....	97

TABLAS

Nº.

TABLA I.	Datos climatológicos correspondientes a la Llanura del Pacífico.....	9
TABLA II.	Algunas características físicas. Primer horizonte.....	36
TABLA III.	Algunas características físicas. Segundo horizonte.....	37
TABLA IV.	Algunas características físicas. Tercer horizonte.....	38
TABLA V.	Algunas características químicas. Primer horizonte.....	39
TABLA VI.	Algunas características químicas. Segundo horizonte.....	40
TABLA VII.	Algunas características químicas. Tercer horizonte.....	41
TABLA VIII.	Fraciones de nitrógeno. Primer horizonte.....	46
TABLA IX.	Fraciones de nitrógeno. Segundo horizonte.....	47

		Pág.
TABLA	I. Fracciones de nitrógeno. Tercer horizonte.....	48
TABLA	XI. Contenidos máximo, promedio y mínimo de las fracciones de nitrógeno..	49
TABLA	XII. Resumen de las relaciones estadísticas entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable.....	53
TABLA	XIII. Fracciones de fósforo. Primer horizonte.....	59
TABLA	XIV. Fracciones de fósforo. Segundo horizonte.....	60
TABLA	XV. Fracciones de fósforo. Tercer horizonte.....	61
TABLA	XVI. Contenidos máximo, promedio y mínimo de las fracciones de fósforo.....	62
TABLA	XVII. Fósforo aprovechable (Bray I).....	66
TABLA	XVIII. Comparación de los fosfatos edáficos y los fosfatos de hierro y aluminio expresados en porcentajes del fósforo total y del fósforo inorgánico..	67

			Rég.
TABLA	XIX.	Relación N/P orgánico.....	68
TABLA	XX.	Relación C/P orgánico.....	69
TABLA	XXI.	Resumen de las relaciones estadísticas entre el fósforo total y el fósforo orgánico.....	70
TABLA	XXII.	Fracciones de potasio. Primer horizonte.....	77
TABLA	XXIII.	Fracciones de potasio. Segundo horizonte.....	78
TABLA	XXIV.	Fracciones de potasio. Tercer horizonte.....	79
TABLA	XXV.	Contenidos máximo, promedio y mínimo de las fracciones de potasio..	80
TABLA	XXVI.	Lixiviación de potasio mediante la adición de 100 c.c./día de HCl 0,01N. Primer horizonte.....	84
TABLA	XXVII.	Lixiviación de potasio mediante la adición de 100 c.c./día de HCl 0,01N. Segundo horizonte.....	85

	Pág.
TABLA XXVIII. Lixiviación de potasio mediante la adición de 100 c.c./día de HCl 0,01N. Tercer horizonte.....	86
TABLA XXIX. Contenidos de sodio total e intercambiable.....	87
TABLA XXX. Relación K/Na en sus fracciones total e intercambiable.....	88
TABLA XXXI. Contenidos de calcio y magnesio y relación Ca/Mg. Primer horizonte...	89
TABLA XXXII. Contenidos de calcio y magnesio y relación Ca/Mg. Segundo horizonte..	90
TABLA XXXIII. Contenidos de calcio y magnesio y relación Ca/Mg. Tercer horizonte...	91
TABLA XXXIV. Resumen de las relaciones estadísticas entre el potasio total y el potasio intercambiable.....	92

(*) Datos de Sodio presentados como resultado parcial para aplicar el método de Ingersoll y colaboradores, bajo la supervisión de María Elena Torres Linares, M. Sc.

FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO, FOSFORO Y POTASIO
EN EL PISO TROPICAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO,
LLANURA DEL PACÍFICO (*)

POR

MESTOR F. ANGULO R.

LUIS R. NAVAS R.

ALCIBES VILLAMIL D.

I INTRODUCCION

Del estado y la cantidad en que se encuentran el nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos, aparte de otros elementos limitantes, depende la productividad de las cosechas y en general el grado de fertilidad de un suelo.

El Departamento de Nariño, tiene posibilidades ciertas de desarrollo en su Costa del Pacífico, pero para conseguirlos tendrá que conocer fundamentalmente sus recursos naturales.

En la Llanura del Pacífico no se han realizado estudios que permitan evaluar en forma concreta, el estado

(*) Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Mario Blasco Lamenza I.A., Ph. D.

actual edafológico de la región y la falta de estudios técnicos aplicados, lo cual ha originado un bajo nivel de desarrollo que incide en la economía del sector agropecuario.

La acertada adecuación de estas tierras, solo podrá llevarse a cabo mediante el conocimiento de las características químicas de los suelos, en especial las que conciernen a las cantidades promedio en que se encuentran los llamados macronutrientes, dentro de los cuales se hallan el nitrógeno, fósforo y potasio objeto de esta investigación.

Con el presente trabajo se quiere aportar un complemento más al estudio edafológico del Departamento de Nariño, teniendo en cuenta que se vienen realizando en el Instituto Tecnológico Agrícola, trabajos similares en las zonas de clima frío y medio. Este estudio se realizó en el Municipio de Tumaco, zona tropical húmeda de la Llanura del Pacífico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción general de la zona.

2.1.1 Ubicación y extensión.

La Manura del Pacífico está situada en la región costanera, en el extremo sur-ocidente de Colombia, en el Departamento de Huila, conformada por los valles de los ríos que desembocan en el Océano Pacífico. Se inicia en la costa y llega hasta la curva de nivel de los mil metros sobre la Cordillera Occidental. Tiene una amplitud promedio de 120 kilómetros y una longitud de 190 kilómetros (33, 100).

Coosen y colaboradores (53), sobre un espacio topográfico de 185.000 hectáreas (100%), describe cuatro zonas distribuidas así:

A. Zona de Manglares. La zona de los manglares de la región del río Mira forma una faja más o menos paralela a la costa con una anchura entre 1 y 15 kilómetros. La extensión de la zona es de 50.135 hectáreas (27.1%). Comprende arenales, lodanales y playas recientes (3.7%), rebordes de los esteros (13.4%), marismas (8%) y firmes (2%).

B. Zona Aluvial. Comprende todo el terreno formado por aluviones recientes de los ríos. La extensión mayor de estos aluviones se encuentra a los 12

dos del río Mira. La zona está conformada por diques naturales (2,7%), diques naturales inmediatos (1,2%), guandales (20,6%) y aluviones modelados (2,1%). La extensión total es de 49.275 hectáreas (25,6%).

G. Zona de Terraza. Ocupa una extensión de 42.050 hectáreas (17,3%), a lado y lado de la carretera de Bachelá hasta Esyriella. Se formó como una planicie litoral por sedimentos volcánicos, tiene un declive natural muy pequeño (pendiente 0,05%), el relieve es plano, con ligeras ondulaciones locales, se encuentran también depresiones que se conocen con el nombre de guandal, con material firme cerca de la superficie. El drenaje natural de la terraza es en general hacia el Noroeste.

D. Zona de Colinas. Las colinas son restos de una formación del terciario. El proceso de erosión ha dado la forma actual de este terreno, al Norte la erosión ha sido mucho más severa que al Sur. El mapa representa una extensión de 53.730 hectáreas (29%) de las colinas (Apéndice). Esta zona se divide en dos partes:

a.- Colinas quebradas (25,5%).

Se encuentran en forma de cadenas de dirección Sur-Norte y también en unos complejos aislados; las pendientes más comunes son 12-25-50%. La altura de las colinas no sobrepasa de 50 metros.

b.- Colinas onduladas (3.5%).

Esta zona se encuentra al Sur de Espriella, como una zona entera de donde salen las colinas quebradas de la anterior. Consiste la zona de la misma formación pero en forma menos erosionada; el relieve es ondulado y hay partes menos onduladas a casi planas.

Las coordenadas geográficas del centro de la zona de estudio son: $1^{\circ} 30'$ de latitud Norte y $78^{\circ} 40'$ de longitud Oeste de Greenwich (33), Figuras 1 y 2.

2.1.2 Ecología y Climatología.

La zona estudiada se encuentra entre los 25 m.s.n.m. (Agua Clara), y 250 m.s.n.m. (La Guayacana), con un promedio anual de precipitación para Tunaco, Cajapi y Tangueral de 2.796, 3.829 y 3.740,85 mm/año respectivamente. El promedio de temperatura anual es de 26°C (Goesen, et al 54, 70), como se puede observar en la Tabla I.

De acuerdo a Espinal y Montenegro (42), quienes siguen el sistema propuesto por Holdridge, la zona estudiada se considera como bosque húmedo tropical (H-2). El clima de acuerdo a Koeppe, citado por Koeppe y de Long (63), corresponde al bosque tropical, tipo m, con suficiente calor y precipitación, pero con períodos secos. Se caracteriza por el crecimiento de árboles de gran altura.



Figura 1.

Departamento de Narino en la República de Colombia.
Municipio de Tunaco en el Departamento de Narino.

Fotocopia: I. Santacruz.

Los factores edáficos determinan asociaciones vegetales muy definidas, siempre verde, de tres estratos en su estructura. Está compuesto en su primer estrato por Rhizophora mangle L., Avicennia nitida L., Laguncularia racemosa L., etc., en el segundo por: Pterocarpus officinalis Jacq. y en las orillas de los estuarios o ríos por Pachira acuatica Aubl., en el tercer estrato por Acrostichum aureum L., principalmente (54).

2.1.2.1 Humedad relativa.

Oscila entre 74,5 y 82% en las horas de la mañana, en la noche puede llegar al 100%, según datos de la estación del Mira.

2.1.2.2 Nubosidad.

Perugia (82), indica que la nubosidad es del orden de 4-5 horas día.

2.1.2.3 Vientos y Huracanes.

Prevalecen los vientos de escasa velocidad en dirección Noreste y Sureste (100).

2.1.3 Uso actual de la tierra.

La región registra un volumen apreciable de producción, siendo sus principales cultivos: arroz (Oryza sativa L.), maíz (Zea mays L.), plátano (Musa sapientum L.), caña (Saccharum officinarum L.), yuca (Manihot

TABLA I

DAIOS CLIMATOLOGICOS CORRESPONDIENTES A LA LLANURA
DEL PACIFICO (Goosen et al., 54)

	Precipitación mensual en mm.		Municipio de Misco °C	
	TOTAL	OMAYI	TANGARHAI (°)	MAXIMA MEDIA
ENERO	361	252	280,30	27,3
FEBRERO	265	256	345,30	26,0
MARZO	215	502	359,95	26,4
ABRIL	324	776	350,56	26,6
MAYO	244	724	493,10	26,3
JUNIO	365	569	606,00	26,0
JULIO	195	148	194,10	26,0
AGOSTO	125	20	160,80	26,9
SEPTIEMBRE	128	106	138,60	26,9
OCTUBRE	160	255	327,00	27,7
NOVIEMBRE	111	150	262,00	27,5
DICIEMBRE	157	219	241,22	27,4
Total anual	2.796	3.829	3.740,85	27,9
				24,0

(*) Datos tomados de la Estación Mira (I.C.A.A.)

utilissima Pohl.), fríjol (Phaseolus vulgaris L.) los pagtos más extendidos son: pará (Panicum barbinode Trin.), guinea (Panicum maximum Jacq.), puntero (Hypharrhenia rufa (Nees) Stapf.), guandal (Cajanus indicus (L) Spreng.), elefante (Pennisetum purpureum Schumach.), imperial (Axonopus scoparius (Fluegge) Hitch), fríjol terciopelo (Stizolobium deeringianum Bort.), kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Benth.) (54, 36, 100).

Para los cultivos comerciales de palma africana (Elaeis guineensis Jacq.), coco (Cocos nucifera L.) y cacao (Theobroma cacao L.), se adelantan planes coordinados de fomento entre diversas entidades: Instituto Colombiano Agropecuario (I.C.A.), Caja Agraria, Ministerio de Agricultura (100).

2.1.3.1 Explotación forestal.

La amplia reserva forestal, 15,74%, del potencial boscoso de Narino está en explotación (Torfs y Ortiz, 100). Abundante en especies tales como cuagare (Iryanthera ioricensis Warb), sajo (Camposperma pananensis Stand.) y sando (Brosimum utile H.B.K.) (54, 82, 100).

2.1.3.2 Ganadería.

La explotación ganadera cuanta con factores favorables para su desarrollo en la subregión central de la costa tales como: condiciones topográficas

cas que permiten una producción intensiva y composición de los suelos, aptos para el mejoramiento de los pastos. El 2,5% de la superficie total de la región de Tumaco se halla cultivada de pastos, aproximadamente 10.120 hectáreas (100).

2.1.4 Geología.

Gutiérrez (56), afirma que el plano costanero del Pacífico en la región de los Ríos Mira, Rosario y Chagüí está cubierto por conglomerados volcánicos del Plioceno. Al occidente se extiende la faja de aluvión constituida por arcillas y lodos oscuros que han formado terrenos que se elevan pocos metros sobre el nivel del mar, que por lo general están cubiertos de manglares.

Anderson, citado por Gutiérrez (56), dice que la historia geológica de la región está afectada por una extensa invasión marina que había comenzado en los finales del Oligoceno y continuó durante todo el Mioceno inundando una gran parte de la región occidental de Colombia.

En el Mioceno, los sedimentos derivados de la Cordillera de los Andes y de la Cordillera de la Costa, se depositaron en la gran depresión que ha sido llamada Geosinclinal de Bolívar (Samson, 59). El fin del Mioceno fué caracterizado por una completa remoción de los m

res, precedida por intensa erosión, principalmente en la Cordillera de la Costa (Grosas, 55). Ya muy avanzada la erosión, se hundió la región a un nivel inferior del mar en el Plioceno (Terciario) o en el principio del Pleistoceno (Cuaternario). Las desembocaduras de los ríos se convirtieron en bahías del mar, la zona fué cubierta con depósitos de cenizas volcánicas que forman ahora la superficie de la mayoría de las colinas y han formado los suelos rojos arcillosos ácidos (Latosoles rojos). Durante el Pleistoceno se elevó gran parte de la plataforma continental hasta el nivel del mar o un poco encima, formándose el terreno que ahora se conoce como la terraza, al lado de la carretera, al Norte y entre las colinas (54).

El Holoceno es el período en que se formaron los aluviones de los ríos y la zona de Manglares; el nivel de los ríos disminuyó creando así condiciones favorables a una sedimentación continua de material aluvial (54).

Al Sur de Espriella, hay una zona ondulada que en su base consiste de rocas sedimentarias del Terciario, pizarra, arenisca y conglomerado, que además contienen intrusiones ígneas básicas y extrusiones en forma de una roca tobácea-brecha. Esta zona continúa al Norte en forma de lenguas alargadas de un terreno de colinas con muy pocas pendientes. Una lengua conspicua se encuentra entre

el Río Mira y el Océano Pacífico, otra entre el Río Camapí y el Río Rosario y una tercera al este del Río Rosario (54).

2.1.5 Suelos.

Pertenece su suelo al conjunto Cuaternario marino (Simons, 92). Desde el punto de vista de su formación, los suelos comprendidos entre El Diviso y Esapriella presentan sobre la superficie arcillas rojas, amarillas y blancas equatoriales. Las arcillas se depositaron sobre material de origen aluvial (Torre y Ortíz, 100; Simons, 92). En el sector comprendido entre Esapriella y Tynaco, los fundamentos del sistema "Anticlinal-Sinclinal" que forma el golfo de Tynaco hacia los $78^{\circ} 43'$, se encuentra una acumulación de aluviones recientes que proceden de la Sierra Equatorial. Hay arenas finamente estratificadas con mucho detrito vegetal y capas de cascajo, las capas son horizontales. Las arcillas se descomponen tomando color rojo, como se ve a orillas del Río Camapí, en las que se afloran arcillas grises con interposiciones de arenas y cascajos amarillos (54, 82, 92).

De acuerdo a los estudios más recientes de Mora y Legarda (76), los suelos de la Llanura del Pacífico son menos ácidos de lo previsto para una zona tropical húmeda debido a que reciben las bases lixiviadas de áreas topográficas más elevadas y húmedas, principalmente

del bosque pluvial tropical, situado entre El Diviso y Jg
nín.

Dichos autores también indican, que el con-
tenido de materia orgánica de los suelos del Pacífico es
bajo, salvo en las formaciones de manglar. Sugieren que
las arcillas predominantes son caoliniticas, aunque sin
descartar la influencia de cenizas volcánicas y arrastres
de otros materiales mas o menos meteorizados de la cordi-
llera, que pueden originar interestratificaciones y mez-
clas de otros tipos de arcilla con la caolinita. Los colg-
ras observados en esos suelos presuponen que, además, abun-
dan los sesquióxidos de hierro y aluminio, y así mismo la
existencia de una fuerte reducción (gleisación) en muchos
de los perfiles observados (76).

2.1.5.1 Demague y Drenaje.

El drenaje natural es catalogado
como regular y en cuanto a las inundaciones, los suelos
con una pendiente de 0.50% son susceptibles a estas, prin-
cipalmente en las márgenes del Río Cauapí, corregimiento
de Napriella y otros, (100).

2.1.5.2 Nivel Freático.

En general en la región el nivel
freático se encuentra a menos de un metro, distancia que
disminuye en épocas lluviosas, debido a la formación de

una capa impermeable (Hardpan) en el subsuelo (82).

Los estudios pedológicos de Simons (92), han mostrado que desde el punto de vista del nivel freático y de la impregnación del agua en estos suelos, se pueden encontrar grandes diferencias sobre superficies de terrenos relativamente pequeñas.

Ferrand, citado por Tapia (98), observa que la capa freática se encuentra a una profundidad mayor cerca de la cordillera, que cerca de la costa.

2.2 Algunos aspectos del nitrógeno, fósforo y potasio en suelos tropicales.

2.2.1 Nitrógeno.

Con relación al nitrógeno es bien conocido (23) que guarda una relación directa con el contenido de materia orgánica del suelo.

De acuerdo a los distintos estudios realizados en Colombia (9, 14, 15, 38, 72, 96), se puede decir que el nitrógeno orgánico representa entre el 78 y 95% del nitrógeno total, y dentro de la fracción inorgánica (5 - 22% del N-total), se ha observado que el nitrógeno nativo fijo varía entre el 3 y 10% del N-total, mientras que la fracción intercambiable oscila entre el 1 y 4%.

Molina y Blasco (72), Bastidas et al. (9) y Rosero (*) han encontrado que no existe correlación entre el nitrógeno total y la forma intercambiable. Los resultados de esos trabajos parecen sugerir que el nitrógeno intercambiable es mayor en aquellos suelos donde el contenido de materia orgánica es menor.

Por otra parte parece exponer a definirse que los suelos volcánicos tienen menos nitrógeno inorgánico que los suelos no volcánicos (9, 72). Similar conclusión se desprende de los estudios de Mikami y Kanohiro (71), realizados en los suelos tropicales de Hawái.

El contenido de nitrógeno total es menor en las zonas tropicales colombianas que en las áreas templadas, debido a que la temperatura elevada favorece la descarboxilación de la materia orgánica y la volatilización del nitrógeno (Blasco, 12), y además la actividad bioquímica es más intensa, ayudando a disminuir los compuestos orgánicos nitrogenados, principal fuente del nitrógeno total (Blasco, 13).

La relativa abundancia de nitrógeno total en suelos tropicales influenciados por cenizas

(*) Comunicación personal de Luis G. Rosero C. Investigación en progreso, I.T.A., Universidad de Narino, Pasto.

volcánicas, parece deberse al hecho de que la presencia de alféfens impide, en cierto grado, la descomposición de los materiales orgánicos (Bormann y Pinoda, 20). La explicación probable radica en la inhibición de la actividad enzimática de la proteasa (Aomine y Kobayashi, 6) que impide la transformación del nitrógeno proteínico, que constituye en promedio, 1/3 del total (Brenner, 24 y 25).

De la revisión de literatura se desprende que solamente Rodríguez (63) y Moore y Ayoko (73) han estudiado algunas fracciones del nitrógeno en suelos tropicales, aparte de los autores mencionados previamente. Rodríguez (63), utilizó el método de extracción HF: H_2SO_4 y pretratamiento con H_2SO_4 para determinar el amoníaco nitrato fijo en suelos de los antiguos territorios británicos del Caribe. Moore y Ayoko (73), determinaron esa misma fracción en suelos de Nigeria utilizando la solución extractora HF: HCl.

2.2.2 Fósforo.

Distintos estudios realizados en suelos tropicales demuestran que el contenido de fósforo total es muy variable, habiéndose encontrado datos comprendidos entre más de 3.000 ppm y menos de 150 ppm (16, 43, 49, 74, 101). Esta variabilidad ocurre debido a la dependencia del fósforo de múltiples factores, como el desarrollo

lla cantidad del suelo, material parental, etc. (McConeghy et al, 67; Gosl y Agarwal, 53).

En suelos tropicales se ha encontrado que el fósforo total disminuye con la profundidad del perfil, debido a la rápida disminución de la fracción orgánica (Suwoner y Moore, 40; Blasco y Bohorques, 16; Tafur y Blasco, 97).

El rasgo principal del fósforo en su carácter de elemento limitante para la producción en la mayoría de suelos tropicales, derivados o no de cenizas volcánicas, debido a los problemas de fijación, bien sea por los sesquióxidos de hierro y aluminio, o por la alúmina (Fassbender, 44, 45, 46, 47).

Es bien conocido (Anderson, 4) que la materia orgánica, a través de sus compuestos esterificados, como ácidos nucleicos, inositol-fosfatos y fosfolípidos, proporciona una de las fracciones fosfatadas más importantes de los suelos. En el trópico ha sido considerada como la reserva principal para la nutrición vegetal debido a su facilidad para pasar a forma asequible (Acquaye, 1; Suwoner, 41; Blasco y Bohorques, 16). El fósforo orgánico puede representar entre, aproximadamente 3 y 90% del fósforo total (Fassbender et al, 49).

Dentro de la fracción inorgánica, a medida que la meteorización del medio es más drástica, como ocurre en los suelos tropicales, la concentración de los fosfatos de hierro y aluminio es mucho mayor que la correspondiente a la de fosfatos cálcicos (Chang y Jackson, 31; Hsu y Jackson, 60; Syers, 94; Merille y Fassbender, 74). Pantoja (81), para suelos de clima subtropical de Naríño señala que los fosfatos de hierro y aluminio duplican la concentración de los fosfatos cálcicos. Incluso en suelos ligeramente más fríos como los del Valle de Sibundoy (Bastidas et al, 10) los fosfatos de hierro y aluminio representaron entre el 37 y el 50% del fósforo inorgánico, mientras que los de calcio variaron entre 5 y 13%.

Aunque el fósforo es fijado más rápidamente por el aluminio que por el hierro, hay concordancia entre distintos autores (57, 66, 93), por considerar que esa forma es fácilmente asequible a las plantas casi tan fácilmente como la fracción intercambiable. Cuantitativamente los suelos fuertemente meteorizados parecen tener más fósforo fijado por el hierro que por el aluminio (Pantoja, 81; Masco, 11; Ahmad y Jones, 2).

Como se desprende de los párrafos anteriores la fracción de fósforo unida al calcio (mono-, di-, tricálcico) presenta una concentración baja en los

suelos tropicales. Sin embargo, es importante porque, como han demostrado Katznelson et al (64), cuando hay deficiencia de calcio, hecho frecuente en los suelos tropicales, los microorganismos pueden utilizar el fosfato de calcio para su actividad y crecimiento celular.

2.2.3 Potasio.

Como señala Martini (70), es creencia común que los suelos del trópico tienen muy poco potasio, como consecuencia de la fuerte meteorización y consiguiente lavado. Sin embargo, este concepto está lejos de la realidad en muchos casos, debido a las distintas condiciones que dan origen a la formación del suelo en un país tropical.

Así por ejemplo, respecto al potasio total, Durán (37) encontró que el contenido promedio de los suelos de la Baja Guajira era de 32.500 ppm (máximo hasta la fecha en Colombia), debido a la influencia de los feldspatos potásicos y la aridez de la zona. En el Valle del Cesar las cantidades totales oscilaron entre 18.000 y 11.000 ppm (Zafar, 95), y en los suelos aluviales del Angónes el promedio fue de 10.000 ppm (Blasco, 14). Cantidades más bajas han sido reportadas para el Valle del Cauca (Ibberques, 19) con 5.000 ppm, y para los suelos del Terciario amazónico con 5.000 ppm (Blasco, 14).

En suelos colombianos derivados de cenizas volcánicas se ha encontrado que el promedio de los suelos del Altiplano de Pasto se aproxima a las 8.000 ppm (Ordóñez, 80), los de la zona de clima medio nariense dan un promedio de 5.000 ppm (García, 51) y los del Valle de Sibundoy varían entre 8.000 y 5.700 ppm (Bastidas et al, 9).

Para los suelos de Panamá, Martini (70) da los siguientes totales para el contenido de potasio: a) Suelos lateríticos: 2.041 Kg/Ha; b) Suelos de sabana: 4.307 Kg/Ha; c) Suelos aluviales: 6.232 - 8.546 Kg/Ha; d) Suelos volcánicos: 17.057 - 17.807 Kg/Ha.

La fracción que forma parte de la estructura cristalina de los minerales es el potasio estructural, que constituye el mayor porcentaje del potasio total, variando en los suelos colombianos entre el 95% del K-total en los suelos del Cesar (Tafur, 95), y el 75% en los suelos volcánicos del clima medio de Nariño y Valle de Sibundoy (García, 51; Bastidas et al, 9). De todos estos estudios realizados en Colombia, se observa que la fracción de potasio no intercambiable es mayor en suelos volcánicos que en los no volcánicos y similarmen- te se comporta la fracción intercambiable.

LOS MANEJOS Y USOS

A pesar de que por el momento los suelos volcánicos del Sur-occidente colombiano no necesitan fertilización potásica, es de anotarse que el potasio se lixivia fácilmente, y por tanto un mal manejo (falta de cobertura, uso intensivo), puede originar déficit de la forma intercambiable (Bastidas et al, 9; Ordóñez, 80; García, 51).

Los suelos estudiados se encuentran a lado y lado de la carretera Pan-americana, en los departamentos de Cauca, Valle, Quindío, Nariño, Risaralda, Tolima, Boyacá, Santander, Cundinamarca, Huila, Cesar, Magdalena, Antioquia, Córdoba, Bolívar, Guajará, Guaviare, Arauca y Guayana Francesa.

Los suelos estudiados corresponden a los tipos de suelos, temperatura y latitudinal geográfica que se muestran en la tabla I y en las figuras 1 y 2.

Los suelos se clasifican al momento de su estudio de pedología, de acuerdo al tipo y se presentan a través de un total de 3 tipos, que se describen a continuación de acuerdo al tipo de suelo.

Los suelos estudiados se clasifican de acuerdo al tipo de suelo de acuerdo a los criterios de 10 cm. de longitud, peso, volumen, estado físico, color de pedregal, estructura, forma de raíces.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales.

3.1.1 Muestras.

Para la elaboración del presente trabajo, se tomaron muestras de los tres primeros horizontes de quince perfiles diferentes, en suelos bajo condiciones de pradera, localizados a lado y lado de la carretera Tma-co-El Diviso, en las regiones de: Agua Clara, Bucheli, Chilví, kilómetro 28, Cajapí, kilómetro 40, Tangaraal, Tangaraal, Desviación Candelillas, kilómetro 44, Napriella, Guaital, Camapí, Llorente y Guayacana.

Las características correspondientes a precipitación, temperatura y localización geográfica aparecen en la Tabla I y en las Figuras 1 y 2.

Las muestras se llevaron al laboratorio en bolsas de polietileno, se secaron al aire y se pasaron a través de un tamis de 2 mm., guardándose después en frascos de vidrio.

Los materiales empleados en el trabajo de campo fueron: barrenos de 90 cm. de longitud, palas, machetes, cinta métrica, bolsas de polietileno, etiquetas, frascos de vidrio.

3.2 Métodos.

Los análisis físico-químicos se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Instituto Tecnológico Agrícola de la Universidad de Maricao.

3.2.1 Métodos para el análisis físico-químico.

3.2.1.1 Color del suelo.

Se determinó en el campo bajo condiciones de humedad y en el laboratorio en las mismas muestras secas al aire, se identificó el color por medio de la carta de colores Munsell (75).

3.2.1.2 Humedad.

Se calculó el porcentaje de agua retenida por el suelo, expresado en base seca, cuando la muestra en la estufa a 105°C durante 24 horas (Silva et al., 91).

3.2.1.3 Textura.

Se determinó por el método del hidrómetro de Bouyoucos (22), basado en la velocidad de caída de las partículas en un medio acuoso.

3.2.1.4 Reacción del suelo.

Se determinó el pH, mediante

un potenciómetro tipo Beckman H-2 en una mescla suelo: agua 1:1 (Jackson, 62).

3.2.1.5 Carbono orgánico.

Se determinó según el método de Walkley-Black (103).

3.2.1.6 Materia orgánica.

Se calculó multiplicando el porcentaje de carbono orgánico por el factor 1,724 (Jackson, 62).

3.2.1.7 Relación carbono-nitrógeno.

Se calculó dividiendo el porcentaje de carbono orgánico por el porcentaje de nitrógeno total.

3.2.1.8 Capacidad catiónica de cambio.

Se determinó por el método del acetato de amonio normal y neutro, descrito por Schoellenger y Simon (Jackson, 62).

3.2.1.9 Cationes intercambiables.

En el extracto obtenido anteriormente, se determinaron los cationes calcio, sodio, potasio y magnesio, por medio de un espectrofotómetro de llama Coleman Modelo 21, siguiendo lo indicado por Jackson, (62).

3.2.2 Fraccionamiento de nitrógeno.

3.2.2.1 Nitrógeno total.

Se determinó siguiendo el método de Kjeldahl modificado, por oxidación del material nitrogenado y digestión con ácido sulfúrico concentrado, destilación con hidróxido de sodio al 40% y ulterior titulación con ácido clorhídrico 0,1N (Brenner, 26; Cornfield, 34).

3.2.2.2 Nitrógeno inorgánico.

Se procedió según el método Brenner (27), se agitaron 5 gramos de suelo con 100 ml. de la solución extractora HCl N : HF N durante 24 horas, se filtró y se tomó 25 ml. del filtrado, neutralizándolos con hidróxido de sodio 2N, usando un potenciómetro Beckman para determinar el pH.

Con 25 ml. de alícuota se los lleva a destilación con 50 ml. de borato amortiguado y el volumen en el balón de destilación se completó a 300 ml. con agua destilada y se adicionó antiespumante. El destilado fue atrapado con 15 ml. de ácido bórico al 1%, se tituló con ácido clorhídrico 0,01N, usando como indicador rojo de metilo y azul de metileno.

3.2.2.3 Nitrógeno orgánico.

Se calculó por sustracción en

tre la determinación del nitrógeno total y el nitrógeno inorgánico de los suelos (Blasco, 15).

3.2.2.4 Nitrógeno intercambiable.

($N-NH_4$ intercambiable). Se siguió la marcha analítica propuesta por Blasco y Cornfield (17), se pesaron 5 gramos de suelo, se colocaron en botellas de polietileno, luego se adicionaron 100 ml. de cloruro de calcio normal, se mantuvo la mezcla en agitación continua durante 24 horas y se filtró recogiendo el extracto en un vaso de precipitación. Para la destilación se utilizó el procedimiento indicado en el nitrógeno inorgánico.

3.2.2.5 Nitrógeno nativo fijo.

($N-NH_4$ nativo fijo). Se calculó mediante la diferencia entre el nitrógeno inorgánico y el nitrógeno intercambiable (Blasco, 15).

3.2.2.6 Nitrógeno amoniacal.

($N-NH_3$). Siguiendo el método de microdifusión propuesto por Bremner y Shaw (27), se procedió a agitar 5 gramos de suelo con 25 ml. de cloruro de sodio normal durante 15 minutos y se filtró. Se tomó una alícuota de 5 ml. del extracto, se pipetó en la cámara interior de la celda y se mezcló inmediatamente con 3 ml. de una suspensión de óxido de magnesio (12% p/v) preparada -

da al momento de ser utilizada; previamente se adicionaron 2 ml. de ácido bórico al 2% en la cámara interior.

Las cámaras se cerraron inmediatamente después de adicionar los reactivos, se sellaron con vaselina y se resolvió a continuación por rotación los reactivos y el extracto; se mantuvo por 48 horas a temperatura ambiente del laboratorio, finalmente se tituló la cámara interior con ácido clorhídrico 0,01 N utilizando indicador mixto.

3.2.3 Fraccionamiento de fósforo.

Se utilizó el método sugerido por Chang y Jackson (32), con las modificaciones propuestas por Sen Gupta y Cornfield (88, 89), para distinguir las fracciones de fósforo unidas al calcio.

Análisis químico de las fracciones.

3.2.3.1 Fósforo fácilmente reemplazable.

Un gramo de suelo se agitó durante 30 minutos con 50 ml. de cloruro de amonio normal, se centrifugó para tomar una alícuota de 2 ml. Se hizo la lectura colorimétrica empleando la técnica del cloruro-stanoso-cloromelídico.

3.2.3.2 Fósforo unido al calcio no apatítico.

Se obtuvo mediante agitación del suelo residual con 50 ml. de ácido acético 0,5 normal, durante una hora.

3.2.3.3 Fósforo unido al aluminio.

El suelo residual se lavó con agua destilada, se centrifugó, se agitó durante una hora con fluoruro de amonio 0,5 normal y neutro, se adicionaron 2 ml. de ácido bórico 0,8 molar para evitar las interferencias del fluor en el complejo fosfomolibdico azul.

3.2.3.4 Fósforo unido al hierro.

El suelo residual de la extracción anterior, se lavó con 50 ml. de solución de cloruro de sodio saturada, se sometió a agitación durante 15 minutos, se centrifugó, se botó el líquido sobrenadante. Sobre el suelo se añadió 50 ml. de hidróxido de sodio 0,1 normal y se agitó durante 17 horas, se centrifugó; el líquido sobrenadante se trataba y se añadieron gotas de ácido sulfúrico concentrado para remover la materia orgánica presente en el extracto alcalino.

3.2.3.5 Fósforo unido al calcio apatítico.

Al suelo de la extracción anterior,

se lo trató con 50 ml. de ácido sulfúrico 0,5 normal, se agitó durante una hora, luego se centrifugó.

3.2.3.6 Determinación del fósforo orgánico.

Se determinó mediante el método de ignición de Saunders y Williams (86). Se tomó un gramo de suelo y se agitó con 50 ml. de ácido acético normal durante 5 minutos, se centrifugó, el líquido sobrenadante se decantó. El suelo residual se trató con 50 ml. de ácido sulfúrico 0,2 normal, se agitó durante 30 minutos, se filtró a través de papel filtro 38 cinta azul, se lavó después con agua destilada con el objeto de remover todo el fósforo inorgánico y los carbonatos libres presentes en el suelo.

Se transfirió el suelo con el papel filtro a crisoles de arcilla y se sometió a ignición por dos horas a 550°C . Se llevó luego a agitación con 10 ml. de ácido sulfúrico 0,2 normal durante 30 minutos, se filtró el extracto y se tomó una alícuota de 2 ml., se hizo la lectura correspondiente empleando la técnica del color azul o cloruro-stannoso-clorovanádico.

3.2.3.7 Determinación del fósforo total

Se utilizó el método de fusión con carbonato de sodio descrito por Jackson (62).

Se tomó un gramo de suelo molido y se adicionaron 5 gramos de carbonato de sodio anhidro, se fundió en un crisol de platino. Se dejó enfriar, se añadieron 20 ml. de ácido clorhídrico 6 normal, se filtró y se lavó con agua destilada, se tomó una alícuota de 2 ml., se hizo la lectura correspondiente empleando la técnica del color azul o el ruro-stannoso-cloromolibdica.

3.2.3.8 Fósforo inerte.

Se obtuvo mediante cálculo restando del fósforo total la suma de las fracciones inorgánicas más el fósforo orgánico.

3.2.3.9 Fósforo aprovechable.

Se determinó utilizando el método Bray I, descrito por Sais y Bornemann (85).

3.2.4 Fraccionamiento de potasio.

3.2.4.1 Potasio total.

Se siguió el procedimiento descrito por Jackson y Sherman (63). Un gramo de suelo se colocó en un crisol de platino, se humedeció el suelo con unas gotas de ácido sulfúrico 18 normal, se adicionó 1 ml. de ácido perclórico y 5 ml. de ácido fluorhídrico del 48%. El crisol se tapó con tapa de platino, dejando una pequeña abertura para que los vapores salieran libremente, se ca-

lentó a una temperatura de 200-225°C. hasta sequedad, mediante ebullición constante.

El procedimiento anterior se repitió tres veces, se agregaron gotas de ácido sulfúrico 18N y se calentó hasta producir humo. El crisol se dejó enfriar, se adicionaron 5 ml. de ácido clorhídrico 6N y 15 ml. de agua destilada. El crisol se pasó a una plancha caliente hasta que la mezcla hirvió. Se filtró y se llevó a volumen conocido para su lectura en el espectrofotómetro.

3.2.4.2 Potasio soluble en agua.

Se siguió el método descrito por McLean (68), ligeramente modificado: se usó la relación suelo-agua 1:4, se agitó por dos horas y se mantuvo en reposo por 16 horas. Se filtró, se llevó a volumen conocido, leyéndose la extinción de color en un espectrofotómetro.

3.2.4.3 Potasio intercambiable.

Se hizo la extracción con acetato de amonio normal y neutro, de acuerdo a la técnica de Schollenberger y Simon (87).

3.2.4.4 Potasio intercambiable.

(NH_4O_3 0,1N).

Se procedió de acuerdo a Haylock (58), con las modificaciones sugeridas de MacLean (69). A 5 gramos de suelo colocados en un vaso de precipitados, se agregaron 50 ml. de ácido nítrico 0,2 normal, se mantuvo en reposo durante la noche, se filtró, se llevó a volumen conocido y se leyó en el espectrofotómetro.

3.2.4.5 Potasio no intercambiable.

A. Total. El filtro con el suelo utilizado en la extracción anterior, se pasó a un vaso de precipitados, se agregaron 50 ml. de ácido nítrico 1 normal, se mantuvo a ebullición durante 10 minutos, se llevó a volumen conocido y se hizo la lectura espectrofotométrica correspondiente.

Sobre el mismo filtro se volvió a repetir la extracción anterior por tres veces consecutivas. Según MacLean (69), la suma de las cuatro extracciones equivale al potasio no intercambiable total. En cada extracción se lleva a volumen conocido.

B. Fracción más soluble del potasio no intercambiable. Según MacLean (69), y de acuerdo al procedimiento anterior, la suma de las extracciones 1 y 2 menos la suma de las extracciones 3 y 4, representa la fracción más soluble del potasio no intercambiable.

3.2.4.6 Lixiviación de potasio.

Se siguió la técnica sugerida por Garman (52), ligeramente modificada: 10 gramos de sug lo se colocaron en un embudo con papel filtro Whatman No. 1. Durante 10 días consecutivos se adicionaron 100 ml. de ácido clorhídrico 0,01 normal, y se determinó diariamente en la fracción lixiviada, la cantidad de potasio por medio del espectrofotómetro.

3.2.4.7 Fracción estructural del potasio.

La diferencia entre el potasio total y las sumas de las fracciones intercambiables y no intercambiables obtenidas con ácido nítrico produce como resultado la fracción estructural del potasio (*).

3.2.4.8 Sodio total.

Se determinó siguiendo la técnica del potasio total.

3.2.5 Métodos estadísticos.

Para el estudio de la Correlación y Regresión Simple se utilizó el método de los Mínimos Cuadrados (Fisher, 50).

(*) Comunicación personal de N. Masco L.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Características generales.

Las características generales de los suelos aparecen en las tablas II a VII. En general los suelos no son tan ácidos como cabría esperar en zonas húmedas tropicales. La basicidad relativa aumenta, en cierto grado, con la profundidad del perfil, lo cual estaría de acuerdo con lo señalado por Mora y Legarda (76), quienes señalan que los suelos de esta región recogen las bases lixiviadas de planos topográficos superiores, formaciones muy húmeda y pluvial tropicales, abundantes en rocas básicas.

Llama la atención la abundancia relativa de materia orgánica en los suelos. Parcialmente, el hecho vendría explicado porque el muestreo se realizó bajo condiciones de pradera. Pero probablemente esa acumulación tenga que ver con la presencia de materiales inorgánicos amorfos volcánicos. Varios autores (Tokudome y Kanno, 99; Wada e Inoue, 102; Broadbent et al., 29) han señalado la estabilidad de los compuestos orgánicos al formar complejos con la alúmina, lo cual contribuye a que suelos influenciados por materiales volcánicos conserven mejor la materia orgánica.

Teóricamente debería abundar la coelinita en estos suelos tropicales húmedos. Sin embargo, la elevada capacidad de cambio encontrada en muchas muestras presupone una

TABLA II

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

PRIMERA HORIZONTE

Nombre de la muestra	Prof. en cm.	Humedad %	Color		Arenas %	Arcillas %	Límnos %	Textura
			in seco	in húmedo				
AGUA CLARA	0 - 60	13,70	7,5YR-4/2	10YR-2/2	17,36	11,93	70,71	F - L
BONOSI	0 - 8	6,05	10YR-5/2	7,5YR-3/2	24,61	21,53	53,86	F - L
CHILVI	0 - 5	6,51	10YR-6/2	10YR-4/3	15,61	39,53	44,86	F - AP - L
KILONSHO 26	0 - 10	12,33	10YR-6/3	7,5YR-4/2	30,61	28,53	40,86	F - AP
CAJAPI	0 - 15	9,10	10YR-6/2	7,5YR-3/2	22,31	27,53	50,16	F - AP
KILONSHO 40	0 - 15	7,50	10YR-4/2	5YR-3/2	51,31	30,53	38,16	F
TANGARAL	0 - 5	7,35	10YR-6/2	10YR-4/2	11,61	43,53	44,86	AP - L
TANGARAL	0 - 5	6,70	10YR-7/2	10YR-4/3	13,61	43,53	42,86	AP - L
DESV. CARONILLAS	0 - 7	7,51	10YR-5/3	7,5YR-4/2	41,61	19,12	39,27	F
KILONSHO 44	0 - 5	6,17	10YR-5/3	7,5YR-4/2	33,98	31,12	34,90	F - AP
ZEPHILLA	0 - 15	8,90	10YR-3/2	5YR-3/2	54,60	14,12	31,28	F - AP
QUALTAL	0 - 10	4,50	10YR-5/3	5YR-4/2	26,98	31,78	41,24	F - AP
CAJAPI	0 - 10	9,43	10YR-6/2	7,5YR-4/2	25,98	35,12	38,90	F - AP
LLOSHES	0 - 5	9,75	10YR-3/3	10YR-4/2	32,98	22,12	44,90	AP
GUAYABANA	0 - 7	8,24	10YR-5/3	10YR-4/3	16,98	41,12	41,90	AP - L

F = Franco; A = Arcilloso; AP = Arcilloso; L = Límnos.

TABLA III

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

SEGUNDO MOMENTO

Nombre de la muestra	Prof. en cm.	Humedad %	Color		Arcillas %	Limos %	Textura
			En húmedo				
			En seco	En húmedo			
AGUA CLARA	60 - 1	2,50	10YR-5/2	2, 5YR-5/2	60,65	15,53	F - A
BUENALI	8 - 60	6,78	10YR-7/3	5YR-5/1	13,88	35,59	AF
CHILVI	5 - 55	7,82	10YR-6/3	10YR-5/2	12,88	43,08	AF - L
KICHENYO 28	10 - 40	4,82	10YR-6/3	10YR-4/3	49,47	24,49	F - AF - L
CAJAYI	15 - 55	7,58	10YR-6/3	10YR-4/2	36,88	39,08	F
KICHENYO 40	15 - 70	7,73	10YR-5/3	10YR-4/2	66,88	26,08	F - A
TANGARRAL	5 - 85	7,34	10YR-6/3	2, 5YR-5/2	8,61	45,86	AF - L
TANGARRAL	5 - 35	7,63	10YR-6/3	2, 5YR-5/2	7,61	30,86	AF
DES. CANDILLAS	7 - 60	6,55	10YR-6/3	10YR-4/3	24,61	40,86	AF
KICHENYO 44	5 - 70	5,56	10YR-5/4	10YR-4/3	48,88	20,59	F - AF - A
ESPANILLA	15 - 65	5,02	10YR-5/3	10YR-4/2	45,47	17,00	F - AF
QUALEL	10 - 30	7,51	10YR-7/4	10YR-5/4	14,96	23,51	AF
CAJAYI	10 - 60	9,49	10YR-7/4	10YR-5/2	34,47	26,90	F - AF
LICHENYS	5 - 45	11,02	10YR-6/4	10YR-6/4	28,47	39,49	F - AF
GUAYACANA	7 - 40	7,63	10YR-7/4	10YR-5/4	19,47	23,49	AF

F = Franco; A = Arcilloso; AF = Arcilloso; L = Limoso.

TABLA IV

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

TERCER HORIZONTE

Nombre de la muestra	Prof. en cms.	Humedad %	C O L O R		Arenas %	Arcillas %	Linos %	Textura
			En seco	En húmedo				
AGUA CLARA								
MUSILI	60 - X	7,11	2,51R-7/2	2,51R-6/2	13,47	45,04	41,49	AF - L
CHIVI	55 - X	8,78	10YR-6/4	10YR-4/3	25,47	51,04	43,49	F - AF
KILONETO 28	40 - X	5,62	10YR-6/3	10YR-4/3	67,47	17,04	15,49	F - AF
CAJAPI	55 - X	5,92	2,51R-7/2	5YR-5/2	43,47	18,04	38,49	F
KILONETO 40	70 - X	5,19	10YR-6/3	10YR-4/2	75,47	6,04	18,49	F - A
TANGARAL	65 - X	7,68	2,51R-7/2	5YR-6/1	8,37	55,04	36,59	AF
TANGARAL	35 - X	4,19	10YR-7/5	2,51R-5/2	45,47	24,04	30,49	F
DASY. CANDEJILLAS	60 - X	7,20	10YR-7/4	10YR-4/3	20,47	39,04	40,49	F - AF
KILONETO 44	70 - X	7,55	10YR-6/4	10YR-4/2	62,49	11,04	26,49	F - A
ESPAÑUELA	65 - X	5,03	10YR-7/5	10YR-6/3	49,47	28,04	22,49	F - AF - A
GUALTAL	30 - X	10,51	10YR-7/5	10YR-6/3	2,47	77,04	20,44	AF
CAJAPI	60 - X	10,88	10YR-7/4	10YR-5/4	25,47	52,04	22,49	AF
MORRIS	45 - X	12,26	10YR-6/4	7,51R-5/4	19,47	52,04	28,49	AF
GUYACANA	40 - X	12,21	10YR-8/4	7,51R-5/4	21,47	47,04	31,49	AF

F = Franco; A = Arenoso; AF = Arcilloso; L = Linoso.

TABLA V
ALGUNAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
PRIMER HORIZONTE

Nombre de la muestra	pH	S	N	P ₂ O ₅	O/N	C.O.C. mg/100grs	Bases cambiables en ppm			
							K	Ca	Mg	Na
AGUA CLARA	5,6	14,94	0,59	25,76	25,32	57,41	832,85	841,38	22,563,90	1,233,64
BUEHILI	5,5	3,75	0,80	6,43	4,66	44,40	280,88	124,13	21,041,45	308,96
CHILVI	5,6	2,08	0,28	3,59	7,43	24,49	97,24	1,342,03	1,787,32	34,29
KILOMETRO 28	6,0	1,68	0,26	2,89	6,46	16,96	129,18	662,25	928,85	30,89
CAJAPI	5,3	1,80	0,75	3,10	2,47	27,71	237,63	1,472,85	1,334,61	126,28
KILOMETRO 40	5,6	3,39	0,71	5,84	4,77	23,17	81,87	397,01	548,00	27,03
TANGARSAL	6,1	1,93	0,29	3,33	6,66	26,94	389,14	2,254,35	1,670,88	25,76
TANGARSAL	6,0	3,20	0,44	5,52	7,27	27,74	3,37	2,240,70	1,686,71	29,34
DESV. CANDILLAS	5,8	3,71	0,54	6,39	6,87	21,50	99,45	145,13	405,26	16,66
KILOMETRO 44	5,4	2,07	0,37	3,37	5,59	17,30	193,16	610,48	782,36	39,81
ESPIKILLA	5,4	3,69	0,98	6,36	3,76	35,93	400,20	1,709,75	1,393,08	31,58
QUALTAL	5,6	2,50	0,35	4,31	28,65	16,61	222,06	483,31	731,93	14,10
CAJAPI	5,5	4,59	0,19	7,01	24,15	27,24	341,97	478,76	703,25	46,50
LIORENTE	6,1	4,45	0,45	7,67	9,88	26,99	310,20	1,382,60	1,134,17	19,20
QUAYACANA	5,4	4,06	0,52	6,99	7,81	17,10	331,53	541,20	934,50	14,12
KALIMO	6,1	14,94	0,98	25,76	28,65	57,41	832,85	2,254,35	22,563,90	1,233,64
PROMEDIO	5,5	3,85	0,30	6,58	10,11	27,43	276,75	979,09	3,842,55	133,21
MEHMO	5,3	1,68	0,19	2,89	7,47	16,61	3,37	124,23	405,26	14,10

TABLA VI
ALGUNAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
SEGUNDO HORIZONTE

Nombre de la muestra	pH	%	%	M.º	c/n	0.0.0.º mg/ 100grs	Bases cambiables en ppm			
							K	Ca	Mg	Na
AGUA CLARA	5,8	0,21	0,12	0,36	1,75	6,34	753,43	2.531,93	3.881,18	69,05
BUEHLI	6,5	1,72	0,07	2,97	24,57	24,02	605,31	2.498,65	31028,16	82,75
CHILVI	5,9	1,00	0,10	1,75	10,00	21,45	88,95	1.951,54	1.935,17	48,84
KILIMBRO 28	6,2	1,40	0,08	2,41	17,50	11,32	153,64	812,36	1.422,47	53,85
CAJAPI	6,3	1,87	0,21	3,22	8,90	14,20	100,91	925,19	1.517,48	41,95
KILIMBRO 40	6,1	2,74	0,12	4,72	22,83	17,66	374,36	1.615,95	1.794,69	55,87
TANGABAL	5,8	2,43	0,09	4,19	27,00	14,38	49,70	113,24	234,94	15,36
TANGAREAL	5,7	1,58	0,14	2,75	11,28	20,12	96,87	1.571,40	1.897,73	31,21
DESV. CARDEÑILLAS	5,7	2,28	0,12	3,95	19,00	14,43	74,85	876,83	1.274,26	39,56
KILIMBRO 44	5,9	0,01	0,06	0,02	0,17	8,65	217,77	464,46	744,49	27,44
ESPRIJILA	5,7	1,96	0,10	3,37	19,60	10,60	288,81	577,61	676,83	53,52
QUALTAL	5,4	1,58	0,05	2,72	31,60	12,47	376,29	247,27	405,27	23,97
CAJAPI	5,1	2,62	0,13	4,38	20,15	16,75	246,55	197,08	412,44	86,49
LORANDE	5,3	2,07	0,19	3,57	10,89	13,43	444,08	1.554,28	243,00	14,04
QUAYACANA	4,9	1,87	0,12	3,22	15,58	12,37	180,28	137,23	287,93	28,39
MAXIMO	6,5	2,74	0,21	4,72	31,60	24,02	753,43	2.531,93	3.881,18	86,49
PROBIO	5,7	1,68	1,13	2,91	15,97	14,54	268,64	1.055,18	1.317,75	40,85
KILIMO	4,9	0,01	0,05	0,02	0,17	6,34	49,70	113,24	234,94	14,04

TABLA VII

AIGUNAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
TIERRAS HORIZONTE

Nombre de la muestra	pH	C %	H %	M.O. %	O/N	C.O.O. mg/100grs	Bases cambiables en ppm						
							K	Ca	Mg	Na			
AGUA CLARA													
BUEHLI	6,7	0,71	0,05	1,22	14,20	26,77	741,74	2.742,02	5.138,50	152,09			
CHILVI	5,7	0,58	0,05	0,99	11,60	24,58	223,00	2.937,06	3.597,92	57,10			
KILOBRNO 28	5,7	0,96	0,04	1,66	24,00	6,52	362,67	700,00	919,61	35,74			
CAJAPI	6,3	0,85	0,05	1,47	17,00	10,90	264,80	818,23	1.609,98	7,28			
KILOBRNO 40	6,2	0,15	0,09	0,26	1,67	13,14	76,26	136,75	295,82	14,72			
TANGARAL	6,5	0,72	0,05	1,24	24,00	19,49	360,73	1.222,17	2.309,76	67,83			
TANGARAL	5,6	1,11	0,05	1,91	21,20	12,39	39,07	132,84	380,08	7,08			
DESY. CANTABILIAS	6,0	0,15	0,04	0,26	2,14	17,90	295,84	2.088,96	3.206,74	64,70			
KILOBRNO 44	6,1	1,72	0,02	2,97	86,00	8,71	322,65	505,49	803,61	48,72			
ESPRIELLA	5,2	1,96	0,09	2,97	21,77	8,82	453,63	388,61	523,63	17,54			
GVALTAL	5,0	1,77	0,05	3,38	35,40	18,56	541,50	287,33	671,90	30,39			
CAJAPI	4,9	1,63	0,09	2,81	18,11	19,73	266,11	155,23	404,49	42,68			
MORANTES	5,8	1,64	0,11	2,82	14,90	25,25	125,00	88,96	448,23	18,68			
GVATACANA	4,7	1,05	0,07	1,81	15,88	22,66	117,82	89,77	3,70	17,39			
MAXIMO	6,7	1,96	0,11	3,38	86,00	26,77	741,74	2.937,06	5.138,50	152,09			
PROBADO	5,7	1,07	0,05	1,84	22,06	16,81	294,96	876,67	1.448,36	41,10			
MINIMO	4,7	0,15	0,02	0,26	1,67	6,52	39,07	88,96	3,70	7,08			

mezcla de minerales arcillosos, seguramente provenientes, por arrastre de la Cordillera Andina.

Desde el punto de vista de fertilidad, el mayor problema se puede derivar de la relación Ca:Mg, que en su totalidad es anormal. Existe exceso de magnesio sobre calcio, indicando que, probablemente, la descomposición de los flancos de la cordillera afecta mayormente a materiales ferro-magnésicos.

4.2 Fracionamiento de nitrógeno.

Los resultados obtenidos al estudiar las distintas formas de nitrógeno se presentan en las Tablas VIII a XI. La representación gráfica de los resultados aparecen en las Figuras 3 a 5. La relación estadística entre el nitrógeno total y el nitrógeno intercambiable se muestra en la Tabla XII y Figura 6.

4.2.1 Nitrógeno total.

De acuerdo con esos resultados se puede decir que el contenido de nitrógeno total es más alto de lo esperado para el trópico húmedo, superando los datos obtenidos por Blanco (14) y Natta y Palacios (*) en

(*) Comunicación personal de Alvaro Natta I. y Jorge Palacios P. Investigación en progreso, I.T.A. Universidad de Maricao, Puerto.

la vertiente amazónica. Como era lógico la fracción orgánica fue también elevada. Estos resultados son consecuencia necesaria de la abundancia de materiales orgánicos en esos suelos, ya comentada en párrafos anteriores.

4.2.2 Nitrógeno orgánico.

Es interesante hacer notar que el nitrógeno orgánico, en el primer horizonte, representa el 96% del nitrógeno total. Porcentajes tan elevados en suelos colombianos solo han sido reportados en zonas volcánicas (Molina y Masco, 72; Bastidas et al, 9), lo que parece confirmar la influencia de materiales volcánicos en los suelos estudiados. Como era de esperarse su porcentaje disminuyó al aumentar la profundidad del perfil, como consecuencia de la disminución del porcentaje de la materia orgánica.

4.2.3 Nitrógeno inorgánico.

El nitrógeno inorgánico varió entre 805,18 y 53,84 ppm, concentrándose ambos extremos en el primer horizonte. Su porcentaje relativo al nitrógeno total varió de 4,0% en el suelo a 12,27 y 21,10% en el segundo y tercer horizontes respectivamente. Dentro del nitrógeno inorgánico el amoníaco nativo fijo representó el 2,57; 6,82 y 12,21% del nitrógeno total en los horizontes primero, segundo y tercero, mientras que el amoníaco

intercambiable, en el mismo orden, fue 1,43; 5,45 y 8,89%.

4.2.4 Nitrógeno nativo fijo.

Las cifras absolutas promedio para el nitrógeno nativo fijo son relativamente bajas. En estos suelos por el momento, no parece que la fijación del nitrógeno pueda llegar a ser importante, porque además de la influencia de los materiales volcánicos es bien conocido que la abundancia de materia orgánica (Masco y Cornfield, 18; Burge y Broadbent, 30; Nonnik y Ellason, 79), y la presencia de potasio (Axley y Logg, 8; Shileva, 90), como ocurre en los suelos estudiados, impide la fijación del nitrógeno. En la zona estudiada, debido a las lluvias, hubiesen sido deseables mejores condiciones de retención del nitrógeno para disminuir los efectos de lixiviación.

4.2.5 Nitrógeno intercambiable.

El nitrógeno intercambiable aparece con un nivel ligeramente por debajo de las necesidades mg/día de las cosechas (150 Kg/ha de N-disponible). Como por los datos obtenidos para el nitrógeno amoniacal, la amonificación no es del todo deficiente, habrá que pensar en ciertas pérdidas por lixiviación y volatilización, que de ben ser esperadas, por las características de alta precipitación y temperatura de la zona estudiada.

En la Tabla XII, se demuestra que no existe correlación entre el nitrógeno total y su fracción intercambiable, hecho que se ha repetido algunas veces en suelos colombianos (Nartidas et al, 9; Nolina y Blasco, 72; Rosero ¹).

Parece ir tomando fuerza la hipótesis de que a medida que aumenta el porcentaje de nitrógeno orgánico en los suelos, la relación entre el nitrógeno total e intercambiable disminuye. Se podría sugerir que al haber más materia orgánica existen más lugares activos (radicales fenoles y carboxilos) que retienen el catión NH_4^+ .

4.3 Fraccionamiento de fósforo.

Los datos obtenidos para el fraccionamiento de fósforo se muestran en las Tablas XIII a XVII. La representación gráfica de los resultados aparecen en las Figuras 7 a 9. La comparación entre los fosfatos de calcio y los fosfatos de hierro y aluminio se presenta en la Tabla XVIII. La correlación estadística entre el fósforo total y el fósforo orgánico aparece en la Tabla XXI y Figura 10.

(¹) Comunicación personal de Luis G. Rosero G. Investigación en progreso, I.T.A. Universidad de Narino, Pasto.

TABLA VIII
FRACCIONES DE NITROGENO
PRIMER HORIZONTE
Resultados en ppm

Nombre de la muestra	N-total	N-orgánico	N-NH ₄ inorgánico		N-NH ₃
			Total	Mat. fijo	
AGUA CLARA	5,937,41	5,829,17	106,24	24,20	84,04
BURBILI	6,046,07	7,961,38	84,69	12,10	72,59
CHILVI	2,833,17	2,670,93	162,70	84,70	77,94
KILCHETNO 28	2,642,00	1,836,82	805,18	723,47	71,71
CAJAYI	7,368,18	7,237,43	130,79	94,99	75,80
KILCHETNO 40	7,135,45	6,949,57	189,88	127,99	62,29
TANGARAL	2,900,60	2,468,49	431,53	351,07	80,56
TANGARAL	4,421,65	4,333,22	88,43	90,19	98,24
DESV. CAÑABILLAS	5,448,51	5,249,43	198,68	71,04	127,64
KILCHETNO 44	3,715,95	3,580,39	135,56	53,08	78,48
BURBILLA	9,848,92	9,648,26	164,66	121,97	42,69
QUALTAL	3,540,56	3,406,62	53,84	28,09	25,75
CAJAYI	1,960,98	1,782,04	178,94	55,15	123,79
LORETE	4,577,94	4,426,78	151,16	98,54	51,62
QUAYACANA	5,273,45	5,130,40	143,05	83,65	59,40
PROMEDIO	5,043,38	5,841,79	201,79	129,32	71,41
% del N-total	100,00	96,00	4,00	2,57	1,43
					0,71

TABLA IX

FRACCIONES DE NITROGENO

SEGUNDO HORIZONTE

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	N-total	N-orgánico		N-NH ₄ inorgánico		N-NH ₃
		Total	Nat. fijo	Interes.	Total	
AGUA CLARA	1.207,05	1.113,68	48,12	41,25	7,16	
BUELI	777,36	694,85	89,89	52,62	23,91	
CHILVI	1.086,03	990,22	28,99	67,62	58,86	
KILOMETRO 28	880,49	803,01	54,00	23,48	41,08	
CAJATI	2.190,94	2.091,70	30,13	77,11	30,67	
KILOMETRO 40	1.256,74	1.048,51	153,24	34,99	30,16	
TANGARAC	991,82	851,93	69,72	90,17	46,58	
TANGARAL	1.416,41	1.292,25	54,24	69,92	36,16	
DESV. CANDRIJILAS	1.287,44	1.195,22	44,32	47,90	53,14	
KILOMETRO 44	679,61	587,59	56,75	35,47	29,55	
BAPUJILA	1.088,00	885,69	130,56	71,75	22,05	
QUALPAL	511,75	360,03	60,21	91,51	28,59	
CAJAYI	1.348,92	1.188,28	103,00	57,64	27,59	
ILORISE	1.599,48	1.692,30	176,57	120,61	21,75	
QUAYACANA	1.205,46	930,62	180,61	94,03	19,58	
PROMEDIO	1.193,49	1.047,05	81,37	65,07	31,80	
§ del N-total	100,00	87,73	6,82	5,45	2,66	

TABLA X

FRACCIONES DE NITROGENO

TERCER MOMENTO

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	N-total	N-orgánicos	N-NH ₄ inorgánicos		N-NH ₃
			Total	Nat. fijo Intero.	
AGUA CLARA					
BUSHELI	509,84	576,68	135,16	116,57	16,79
CHILVI	576,71	470,72	105,99	14,61	91,38
KILOMETRO 28	464,22	545,84	118,38	66,16	52,22
CAJAPI	557,84	581,99	161,85	110,53	41,32
KILOMETRO 40	973,96	829,41	142,55	104,85	37,70
TANGABAL	301,90	167,63	135,87	97,54	36,33
TANGABAL	554,29	512,74	241,55	172,70	68,85
DESV. CAVABILLAS	725,39	579,31	144,08	55,23	88,85
KILOMETRO 44	285,08	136,71	149,37	42,16	107,21
SPEPILILA	972,25	611,09	122,16	42,55	78,61
CUALTAL	587,91	476,52	111,39	53,42	77,97
CAJAPI	962,44	824,59	137,85	101,84	36,01
ILORINTI	1.120,89	1.005,06	115,65	80,96	34,67
GUAYACAN.	769,76	615,18	154,58	96,77	57,81
PROMEDIO	663,93	523,82	140,11	81,09	59,02
± del N-total	100,00	78,90	21,10	12,21	8,89
					21,48
					3,24

TABLA XI

CONTENIDOS MAXIMO, PROMEDIO Y MINIMO DE LAS FRACCIONES DE NITROGENO

Resultados en ppm

	N-total	N-NH ₄ inorgánico		N-NH ₃		
		N-orgánico	Total		Nat. fijo	Intere.
PRIMER HORIZONTE						
Máximo	9.848,92	9.648,26	805,18	723,47	127,64	87,32
Promedio	5.043,38	4.841,79	201,79	129,32	71,41	35,93
Mínimo	1.960,98	1.782,04	57,84	12,10	25,75	16,40
SEGUNDO HORIZONTE						
Máximo	2.198,94	2.091,70	297,18	180,81	120,61	58,86
Promedio	1.193,49	1.047,05	146,44	81,37	65,37	31,80
Mínimo	511,75	360,03	82,51	28,99	23,48	7,16
TERCER HORIZONTE						
Máximo	1.120,89	1.005,06	241,55	172,70	107,21	45,58
Promedio	663,93	523,82	140,11	81,09	59,02	21,48
Mínimo	286,08	136,71	105,99	14,61	16,79	16,31

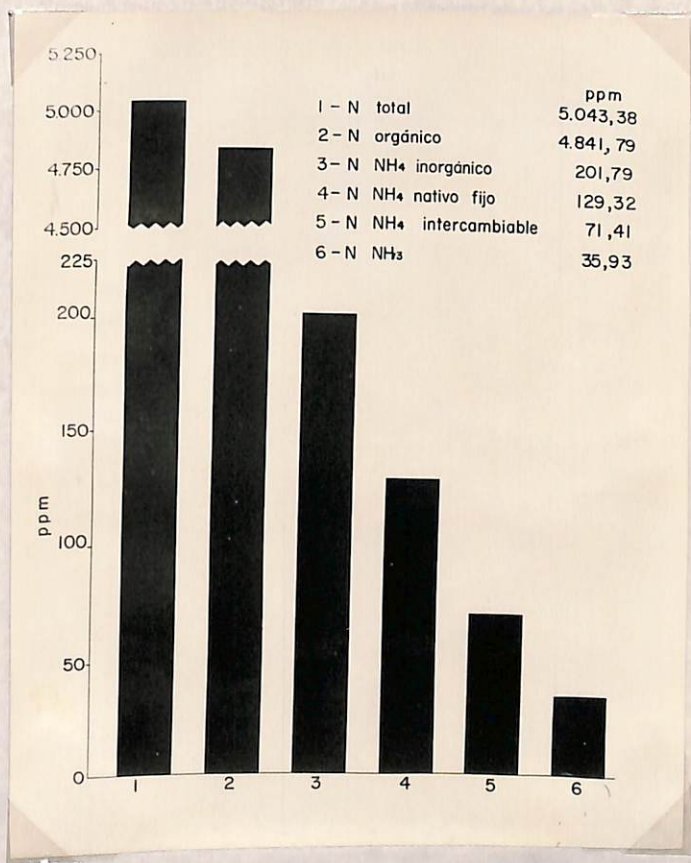


Figura 3
Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno.
Primer horizonte.

Fotocopia: I. Santacruz

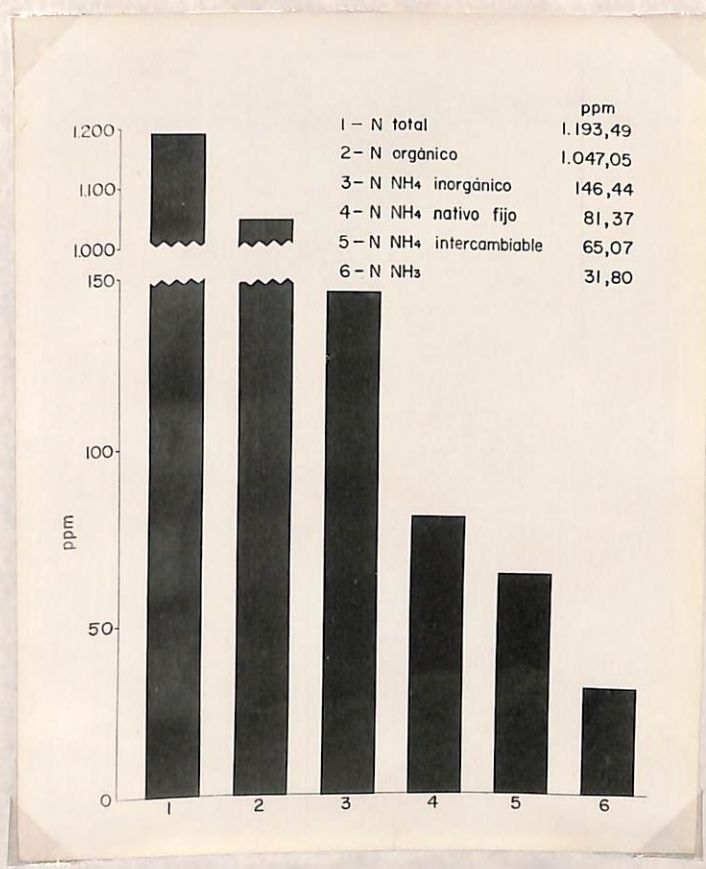


Figura 4
Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno.
Segundo horizonte.

Fotocopia: I. Santacruz

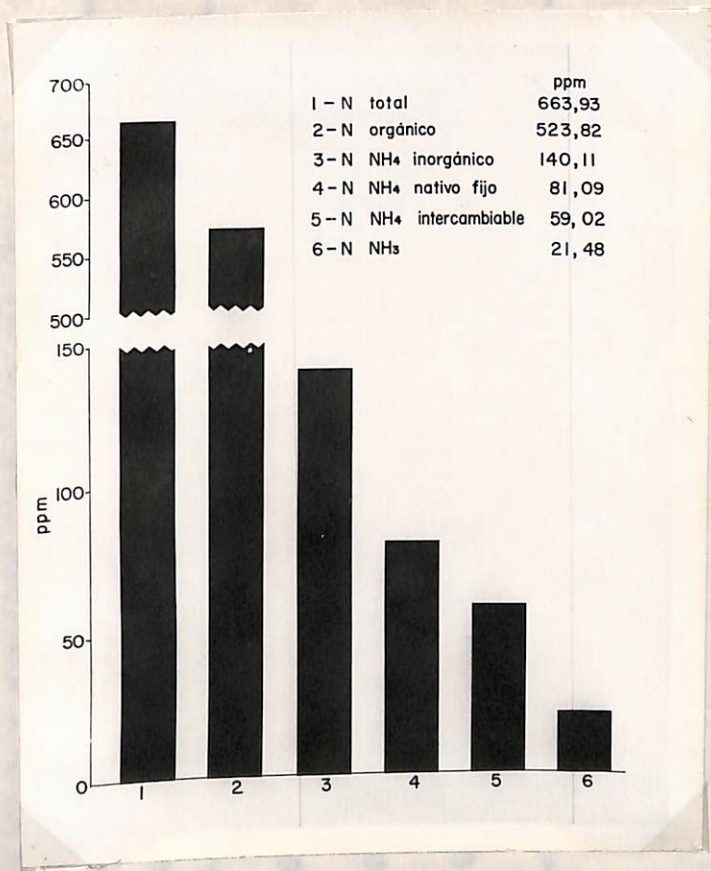


Figura 5
Contenido promedio de las fracciones de nitrógeno.
Tercer horizonte.

Fotocopia: I. Santacruz

TABLA XII

RESUMEN DE LAS RELACIONES ESTADÍSTICAS
ENTRE EL NITRÓGENO TOTAL Y NITRÓGENO INTERCAMBIABLE (*)

	Línea de Regresión	"r" obtenido	"r" tabulado		G.L.
			5%	1%	
PRIMER HORIZONTE	$Y = 96,54 + 0,003X$	- 0,25119 N.S.	0,5139	0,6411	13
SEGUNDO HORIZONTE	$Y = 41,21 + 0,02X$	0,03984 N.S.	0,5139	0,6411	13
TERCER HORIZONTE	$Y = 60,20 + 0,02X$	- 0,25352 N.S.	0,5324	0,6614	12

N.S. = No significativo

G.L. = Grados de libertad

(*) Ver apéndice.

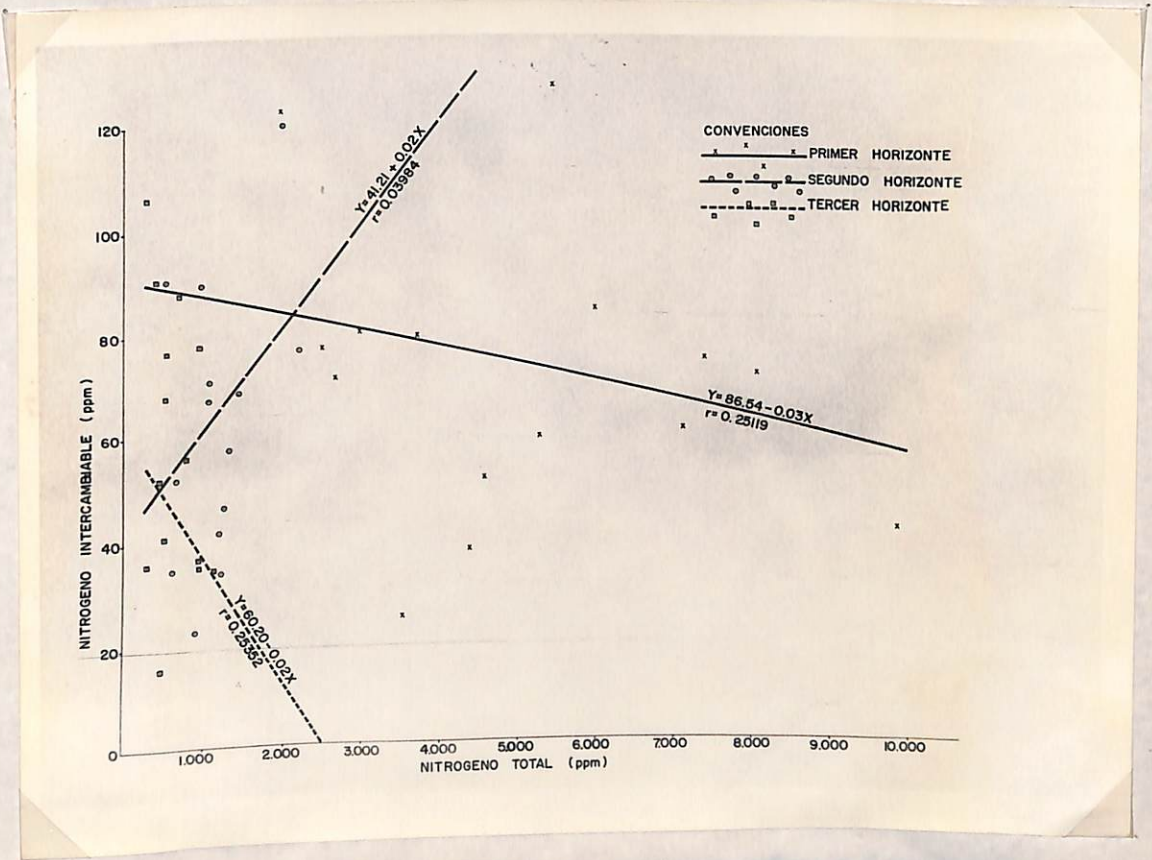


Figura 6
Relación entre el nitrógeno total y el nitrógeno interconvertible,
en los tres horizontes estudiados.

Fotocopia: I. Santaerun

4.3.1 Fósforo total.

En promedio la cantidad total de fósforo se aproxima al promedio sugerido por Fuschbender (40). Supera a las cantidades obtenidas en los suelos del trópico húmedo amazónico (Blasco, 14; Matta y Palacios ^(*)). En los distintos perfiles estudiados los contenidos totales disminuyen al aumentar la profundidad, concordando así con los resultados reportados en otras investigaciones (Blasco y Bohorques, 16; Dahnke et al, 35; Hoyos y García, 59).

En los suelos estudiados aparece esta reducción como consecuencia de la disminución en las fracciones inertes, orgánica y de los fosfatos de hierro y aluminio.

4.3.2 Fósforo inorgánico.

De todas las fracciones los resultados más interesantes son los que corresponden a los fosfatos de hierro. En el subsuelo su representación desciende casi a cero. Es muy probable que la casi desaparición de los fosfatos de hierro en los subsuelos esté relacionada

(*) Comunicación personal de Alvaro Matta y Jorge Palacios P. Investigación en progreso, I.T.A. Universidad de Maribó, Panto.

con la presencia de un hidromorfismo permanente de profundidad (glei), ocasionado por el mal drenaje que se presenta en muchas áreas de la región estudiada. Como se sabe (Blanco y Bohorquez, 16; Savant y Ellis, 84 y Williams y Simpson, 104), la solubilidad del fósforo aumenta en el desarrollo de condiciones reductoras. El hierro pasa a estado divalente liberando el fósforo.

Otro de los aspectos notables de los resultados es que, como se observa en la Tabla XVIII, la suma de los fosfatos cálcicos supera a la de los fosfatos de hierro y aluminio en el tercer horizonte del perfil. Este resultado sugiere que la meteorización de los suelos de la Manana del Pacífico no está muy avanzada, lo cual presupone que los suelos tienen bastante influencia de materiales cuaternarios. Como se vió en la revisión de literatura, a medida que los suelos se tornan más meteorizados la suma de los fosfatos cálcicos es superada por la correspondiente a los fosfatos de hierro y aluminio en todo el perfil (31, 60, 74, 94).

4.3.3 Fósforo orgánico.

Las cantidades de fósforo orgánico existentes son bajas, teniendo en cuenta la abundancia de materiales orgánicos de estos suelos. Es decir, hay pobreza de compuestos orgánicos fosforados. De ahí que las relaciones N/P orgánico y C/P orgánico presenta

dos en las Tablas XIX a XX, sean extremadamente amplias, las mayores registradas hasta la fecha en Colombia. Desde luego puede ocurrir, como señala Bornemissa e Igue (21), que al determinar el fósforo orgánico por el método de ignición parte del mismo vuelva a ser fijado por el hierro y el aluminio. Sin embargo, aún asumiendo que los resultados pudiesen mejorar un poco, las relaciones seguirían siendo amplias.

Por lo tanto (Alexander, 5), en estos suelos se producirá una mineralización deficiente de fósforo porque la relación C/P orgánico concentrada, excede con mucho la proporción 300:1. Sin embargo Masco (15) sostiene que es más importante en la mineralización del fósforo la presencia de ácidos nucleicos, que la relación mencionada.

Como se observa en la Tabla XII, no hubo correlación entre el fósforo total y el orgánico, e sea que, en estos suelos, la fracción inorgánica es mucho más importante que la fracción orgánica.

4.3.4 Fósforo inerte.

En la fracción inerte es probable que abundan más los fosfatos combinados con el hierro y aluminio. Su disminución del primer al tercer horizonte es considerable. Las cantidades de fosfatos de aluminio son

aceptables en el primer y especialmente segundo horizonte, posiblemente porque en esta capa haya una mayor acumulación de sesquióxidos de aluminio. Los niveles de fósforo asimilable no son del todo deficientes, aunque sí bajos. Es probable que dada la humedad de la región se presente cierta aglutinación que favorezca la presencia de la fracción asimilable en alguna medida.

4.4. Fraccionamiento de potasio.

En las Tablas XIII a XVIII, se dan los resultados obtenidos en el fraccionamiento del potasio. La representación gráfica de los resultados aparecen en las Figuras 11 a 13. La correlación estadística entre el potasio total y la fracción intercambiable se encuentra en la Tabla XXIV y Figura 14.

4.4.1 Potasio total e intercambiable.

El aspecto más sobresaliente es el que se desprende al comparar el potasio total y el intercambiable. Los suelos estudiados poseen bajas cantidades promedio de potasio total. Podría significar que en la región no abundan los materiales potásicos y/o que su meteorización es rápida, en cuyo caso, teniendo en cuenta los estudios de meteorización de Arnold (7), las micas serían más importantes en estos suelos que los feldespatos.

TABLA XIII

FRACCIONES DE FOSFORO

PRIMER HORIZONTE

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	Facilmente reemplaz.	% apático	Apático	Unido al Al.	Unido al Po.	Orgánico	Inerte	Total
AGUA CLARA	0,53	19,61	99,01	7,67	69,22	464,76	355,39	1.014,21
BICHILI	18,23	56,72	28,36	16,89	117,49	164,22	220,61	622,52
CHILVI	1,99	11,17	1,33	5,59	29,82	32,00	780,76	862,74
KILIMESTO 28	6,31	0,58	0,84	45,49	0,29	45,90	51,23	150,24
CAJAPI	0,18	5,45	6,86	163,65	52,64	48,92	364,29	651,89
KILIMESTO 40	13,41	0,80	9,39	173,02	37,02	44,53	137,62	415,79
TANGARAL	4,69	0,72	41,87	53,68	59,04	27,24	170,82	336,06
TANGARAL	14,67	2,66	6,67	80,93	36,01	118,15	98,39	357,38
BEST. CANDILILLAS	15,46	1,20	44,35	202,55	0,27	86,55	16,25	366,63
KILIMESTO 44	4,25	31,85	31,19	89,81	229,66	31,59	193,50	611,65
ESPISELLA	2,99	4,08	2,72	179,69	28,82	134,49	959,49	1.512,28
QUALCAL	11,10	25,47	0,70	95,61	39,97	83,90	237,75	494,58
CAMAPI	2,05	5,47	141,58	144,78	46,78	211,20	76,73	630,99
LLORENTE	6,17	13,16	3,43	304,90	0,27	99,19	141,15	567,87
GUAYACANA	3,38	7,17	0,61	34,10	0,27	51,69	173,19	270,71
PROMEDIO	6,09	12,94	27,47	105,52	49,77	109,59	261,27	577,68
± del P-total	1,40	2,24	4,76	18,44	8,62	10,97	45,57	100,00

TABLA XIV

FRACCIONES DE FOSFORO

SEGUNDO HORIZONTE

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	Facilidades resamples.	No Apatitico	Apatitico	Unido al Al.	Unido al Fe.	Organico	Inerte	Total
AGUA CLARA	2,81	15,55	0,76	26,09	0,26	11,25	147,52	202,04
BUEHUI	8,00	10,67	34,44	62,46	36,04	28,03	65,86	245,60
CHILVI	6,07	1,21	0,81	38,82	0,27	40,70	90,03	177,91
KILMETRO 28	2,88	0,26	8,52	17,30	0,26	28,85	44,15	102,20
CAJAYI	23,13	1,21	6,72	91,58	0,27	58,90	57,18	239,39
KILMETRO 40	18,85	3,50	30,97	301,37	0,27	157,94	44,60	557,50
TANGARAL	8,05	19,80	14,76	457,27	2,68	42,95	73,06	618,55
TANGARAL	13,47	4,03	0,81	10,66	0,27	32,42	124,03	185,67
DESV. CARMELILLAS	19,38	2,67	2,67	0,96	0,27	44,38	117,87	188,20
KILMETRO 44	5,95	4,25	11,88	0,95	0,26	71,96	25,35	120,08
HOSPITALA	7,88	4,59	24,94	0,95	3,81	28,88	306,26	377,31
QUATIL	2,96	2,68	29,57	0,97	0,27	11,56	130,46	178,47
CAWAPI	8,84	1,98	6,84	57,48	0,27	43,25	281,02	399,68
MORETE	3,05	1,59	64,53	192,51	8,55	53,29	104,14	427,44
QUAYACANA	0,81	6,72	7,39	0,97	0,27	9,82	96,18	132,16
PROMEDIO	8,81	5,25	16,37	84,05	3,59	44,28	113,83	276,15
± del P-total	3,19	1,90	5,92	30,44	1,30	16,03	41,22	100,00

TAMA XV

FRACCIONES DE FOSFORO

TENER HORIZONTE

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	Facilmente reempl.	% apatítico	apatítico	Unido al Al.	Unido al Fe.	Orgánico	Inerte	Total
AGUA CLARA								
BUSHLI	0,80	10,04	35,48	4,02	0,27	12,31	8,54	71,23
CHILFI	2,99	8,15	24,48	0,98	0,27	14,96	111,55	163,18
KIOMSTO 28	0,78	3,36	35,25	0,95	0,26	11,66	351,91	494,13
GAJAYI	25,15	11,38	25,95	35,78	0,26	9,95	50,44	158,89
KIOMSTO 40	7,23	7,25	3,29	37,87	0,26	65,91	38,01	157,80
TANGARAL	2,02	3,49	4,44	0,97	0,27	7,13	44,13	62,45
TANGARAL	1,30	1,86	16,95	0,94	0,26	10,94	19,86	52,09
DESV. CANDILLAS	0,80	7,37	117,25	0,96	0,26	14,96	16,53	158,13
KIOMSTO 44	2,02	3,49	47,59	0,97	0,27	48,94	18,80	122,08
ISPRIELLA	0,79	19,48	4,20	0,95	0,26	58,49	37,75	102,40
QUALTAL	0,85	9,66	3,45	0,99	0,28	6,35	42,53	64,09
CANAFI	0,85	0,85	24,07	34,95	0,28	9,84	37,35	108,11
ILORNETE	0,85	9,17	4,58	85,90	0,28	15,52	14,45	150,75
QUAYAGANA	0,84	7,71	5,51	1,00	0,28	5,61	36,03	54,98
PROMEDIO	3,37	7,88	25,03	14,79	0,26	19,32	59,11	129,30
% del P-total	2,60	6,09	19,25	11,35	0,20	14,82	45,71	100,00

TABLA XVI

CONTENIDOS MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE LAS FRACCIONES DE FOSFORO

Resultados en ppm

	Facilmente recuplan.	No Apatítico	Apatítico	Unido al Al.	Unido al Fe.	Orgánico	Inerte	Total
PRIMER HORIZONTE								
Máximo	10,23	56,72	141,58	304,50	229,66	464,78	959,49	1.312,28
Promedio	8,09	12,94	27,47	106,52	49,77	109,59	261,27	577,68
Mínimo	1,99	0,58	0,78	5,59	0,27	27,24	16,25	150,24
SEGUNDO HORIZONTE								
Máximo	23,15	19,80	64,53	457,27	35,04	157,94	306,26	619,59
Promedio	6,81	5,25	16,37	64,05	3,59	44,28	113,83	276,15
Mínimo	0,81	0,26	0,76	0,95	0,26	9,82	44,15	102,20
TERCER HORIZONTE								
Máximo	25,15	19,48	117,25	65,90	0,28	63,91	351,91	404,13
Promedio	3,37	7,88	25,03	14,79	0,26	19,32	59,11	129,30
Mínimo	0,78	1,66	3,29	0,93	0,26	5,61	8,54	52,09

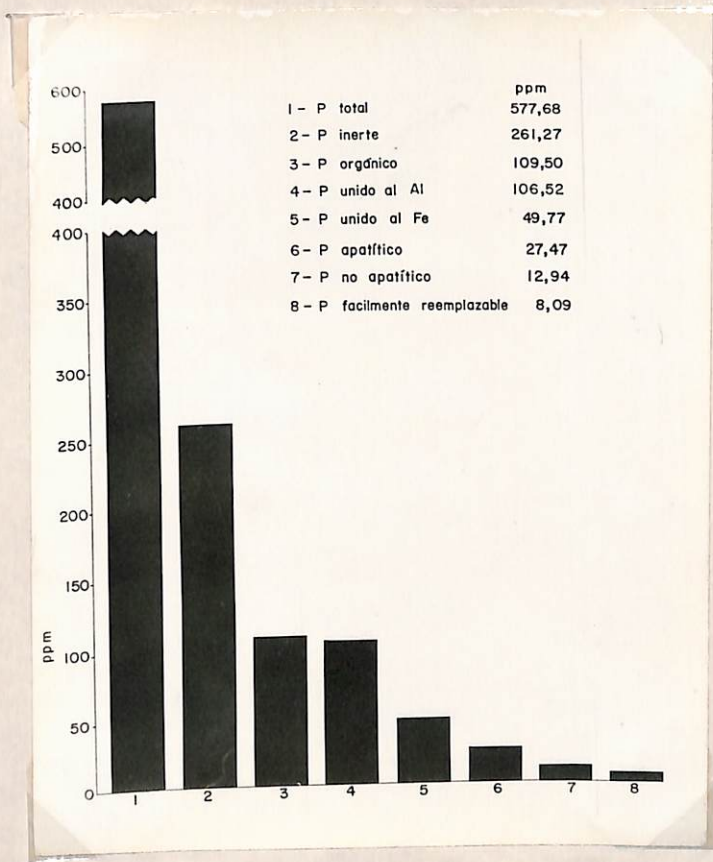


Figura 7
Contenido promedio de las fracciones de fósforo.
Primer horizonte.

Fotocopia: I. Santacruz

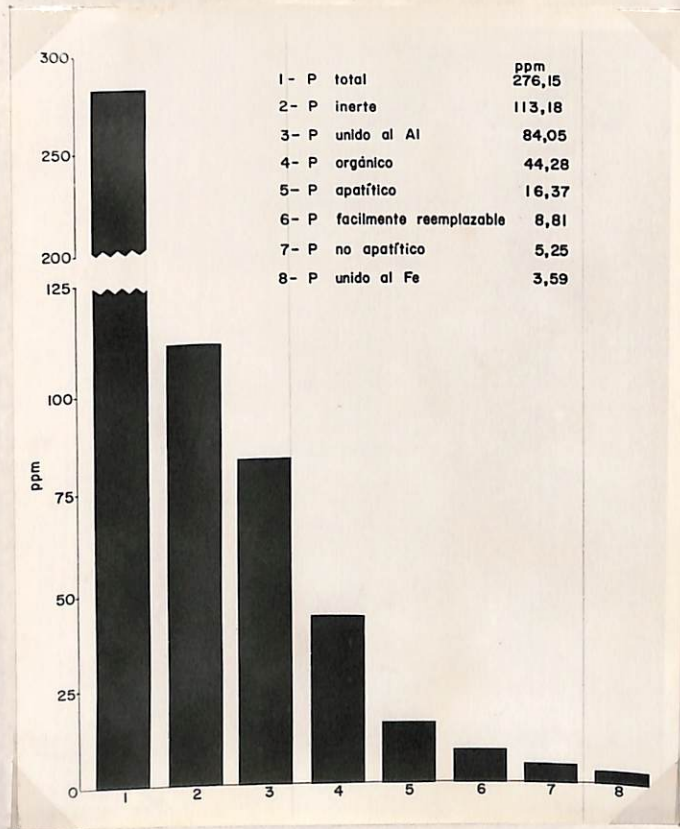


Figura 8
Contenido promedio de las fracciones de fósforo.
Segundo horizonte.

Fotocopia: I. Santacruz

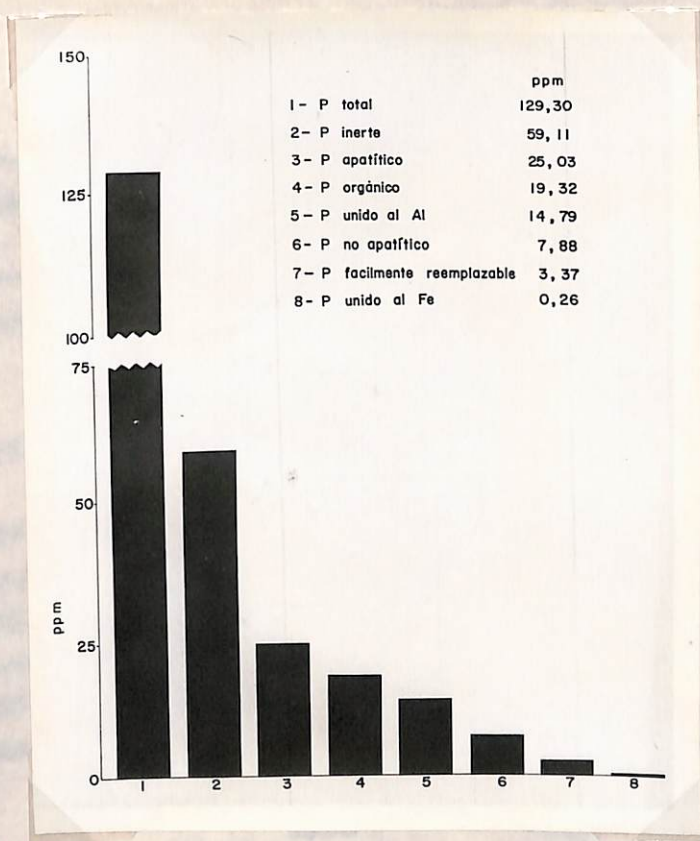


Figura 9
Contenido promedio de las fracciones de fósforo.
Tercer horizonte.

Fotocopia: I. Santaeruz

TABLE XVII
FOSFORO APROVECHABLE (BRAY I)

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	Primer horizonte	Segundo horizonte	Tercer horizonte
AGUA CLARA	0,99	11,13	-----
BUCHELI	17,10	16,72	9,79
CHILVI	7,41	0,28	9,37
KILOMETRO 28	0,29	4,56	2,25
GAJAPI	2,18	1,22	12,44
KILOMETRO 40	5,14	18,68	46,90
TANGAREAL	25,45	4,03	0,66
TANGAREAL	5,11	4,03	8,89
BBVV. CANDELILLAS	3,35	0,28	0,28
KILOMETRO 44	21,05	0,69	7,95
ESPRIELLA	14,12	0,27	0,91
GUALTAL	3,18	0,28	0,67
GAINAPI	5,99	3,10	3,38
LORENTE	24,51	0,72	0,68
QUAYACANA	3,77	2,80	0,68
Máximo	25,45	18,68	46,90
Promedio	9,32	4,58	7,48
Mínimo	0,29	0,27	0,28

TABLA XVIII

COMPARACION DE LOS FOSFATOS CALCICOS Y LOS FOSFATOS DE HIERRO
Y ALUMINIO EXPRESADOS EN PORCENTAJES DEL FOSFORO TOTAL
Y DEL FOSFORO INORGANICO

	Fosfatos cálcicos apatíticos y no apatíticos		Fosfatos de hierro y aluminio	
	% del P-total	% del P-inorgánico	% del P-total	% del P-inorgánico
PRIMER HORIZONTE	6,99	8,63	27,05	33,30
SEGUNDO HORIZONTE	9,32	9,32	31,73	37,79
TERCER HORIZONTE	25,45	29,92	11,63	13,70
PROMEDIO	13,92	15,95	23,47	28,28

TABLA XIX
RELACION N/P ORGANICO
Resultados en ppm

Nombre de la muestra	Primer horizonte	Segundo horizonte	Tercer horizonte
AGUA CLARA	12,54	98,99	-----
BUNSLI	40,48	24,79	30,36
CHILVI	83,23	24,33	31,47
KILOMETRO 28	40,38	27,96	29,69
CAJAPI	140,25	35,51	38,46
KILOMETRO 40	156,09	6,64	28,63
TANGARBAL	90,64	19,37	23,51
TANGARBAL	36,67	9,02	20,59
DESV. CANDILLAS	60,65	26,94	38,74
KILOMETRO 44	113,38	8,23	2,32
ESPIRILLA	72,00	30,67	21,07
GUALTAL	41,55	39,83	7,50
CAUNAPI	8,43	27,47	83,79
LLORENTE	44,63	31,76	64,73
GUAYACANA	99,27	94,77	109,66
Máximo	156,09	98,99	109,66
Promedio	70,41	33,75	38,46
Mínimo	8,43	6,64	2,32

TAULA XX
RELACION C/P ORGANICO
Resultados en ppm

Nombre de la muestra	Primer horizonte	Segundo horizonte	Tercer horizonte
AGUA CLARA	321,44	186,66	
BUCHSLI	227,14	613,62	572,76
CHILVI	638,37	245,70	389,95
KILOMETRO 28	369,31	485,77	824,03
CAJAPI	368,70	317,48	855,99
KILOMETRO 40	761,45	173,49	23,47
TANGARBAI	708,51	566,03	1.009,80
TANGARBAI	270,84	704,72	1.014,62
DSSV. CANDELLILLAS	428,65	356,09	481,60
KILOMETRO 44	655,47	1,40	147,14
ESPIRILLA	110,31	678,77	509,22
GUALTAL	297,97	1.367,96	2.787,40
CAJAPI	217,32	605,78	1.656,90
LIORSH 28	448,63	488,40	1.056,70
GUAYACANA	785,60	190,42	2.941,17
Máximo	785,60	1.367,96	2.941,17
Promedio	447,98	458,77	1.019,59
Mínimo	110,31	1,40	23,47

TABLA XXI

RESUMEN DE LAS RELACIONES ESTADÍSTICAS
ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y FOSFORO ORGANICO (*)

	Línea de Regresión	"r" obtenido	"r" tabulado		G.L.
			5%	1%	
PRIMER HORIZONTE	$Y = - 17,49 + 0,22X$	0,49026 N.S.	0,5139	0,6411	13
SEGUNDO HORIZONTE	$Y = 21,98 + 0,08X$	0,43876 N.S.	0,5139	0,6411	13
TERCER HORIZONTE	$Y = 17,13 + 0,17X$	0,08734 N.S.	0,5324	0,6614	12

N.S. = No significativo

G.L. = Grados de libertad

(*) Ver apéndice.

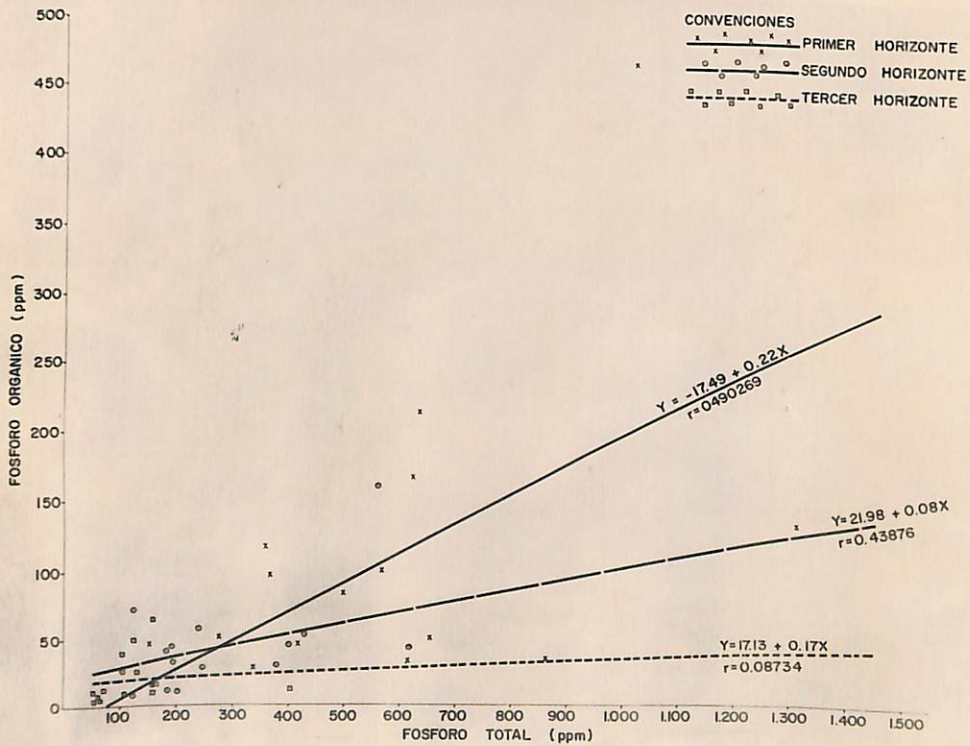


Figura 10
Relación entre el fósforo total y el fósforo orgánico,
en los tres horizontes estudiados.

Fotocopia: I. Santacruz

Por otro lado, la abundancia de potasio intercambiable, además de proceder por meteorización in situ de las otras fracciones, parece muy probable que venga aumentada por la lixiviación de los flancos de la cordillera. Como han demostrado García (51) y Ordoñez (80), el área volcánica de Mariflo es rica en potasio, por tanto cabe esperar que desde la Cordillera Andina, en cuyo costado occidental se encuentran las fajas más lluviosas de Colombia, el potasio sea arrastrado por lixiviación al plano del Pacífico. Esta segunda influencia podría también explicar, al menos en parte, el que entre el potasio total y el potasio intercambiable no exista correlación estadística.

El potasio total de estos suelos es similar al encontrado por Blasco (14) en los suelos del terciario amazónico, pero inferior al encontrado por Katta y Palacios (*) en los suelos tropicales del Putumayo. Al contrario de lo que sucede con el nitrógeno y fósforo, la vertiente amazónica hasta el momento, aparece más favorecida en potasio total. Es lógico pensar que en las laderas orientales de los Andes de Mariflo y Putumayo abundan más los compuestos potásicos. No obstante el potasio intercambiable en la

(*) Comunicación personal de Alvaro Katta I. y Jorge Palacios P. Investigación en progreso. I. P. A. Universidad de Mariflo, Pasto.

Llanura del Pacífico es mayor, lo cual podría interpretarse como mayor facilidad de lixiviación en las partes altas de la vertiente Occidental.

Finalmente, en relación a estas dos formas cabe adelantar otra hipótesis. Puede haber similitud de arrastre desde las partes altas de ambas vertientes, pero el drenaje de las aguas freáticas causado por el Río Putumayo tendría que ser superior al ocasionado por el Río Mira, lo cual tampoco es descartable dada la existencia de un manto de arcilla endurecida en buena parte del área del Pacífico.

4.4.2 Potasio estructural.

El porcentaje de potasio estructural encontrado es similar al reportado por García (51) en los suelos de clima medio de Mariño, pero inferior al encontrado en las otras regiones colombianas. Se puede sugerir que los minerales potásicos de la región no son muy resistentes a la meteorización, reafirmando lo aseverado previamente, en el sentido de predominar las nicas.

4.4.3 Potasio no intercambiable.

Dentro de la fracción no intercambiable, cuyo porcentaje es elevado, comparable solamente con el obtenido por García (51), llama la atención que su fracción más soluble es inferior a la que corresponde al pota

sio intercambiable. Siguiendo la tesis de MacLean (68) no debe suponerse que un mal manejo del suelo puede llevar a un rápido agotamiento del potasio asequible, al menos en la capa arable, ya que el subsuelo puede estar afectado por el transporte lateral de lixiviados. El agotamiento o ocurrirá dentro de la dinámica de las reacciones, porque en la fracción del potasio más soluble no intercambiable no existen cantidades suficientes para reemplazar al potasio que se pierde. Y lógicamente el lavado del potasio de cambio es más rápido que el paso del potasio estructural, y no intercambiable, hacia la fracción más soluble. La buena cantidad de potasio soluble en agua es una consecuencia de la fracción intercambiable.

4.4.4 Lixiviación de potasio.

La facilidad de lavado de estos suelos en condiciones de laboratorio, es deducida de las Tablas XXVI a XXVIII. Es casi seguro que en condiciones de campo no ocurre así, porque tanto la presencia de capas endurecidas de arcilla, como la tabla de agua subterránea, bastante elevada en la región, impidan en cierto grado, la pérdida del potasio.

4.5 Relación K/Na.

En la Tabla XXIX se recogen los datos para el sodio total e intercambiable, y en la Tabla XXX los de

respondientes a la relación K/Ka en sus formas total e intercambiable. Mientras en la primera capa el sodio domina notablemente al potasio, en ambas fracciones, al aumentar la profundidad del perfil ocurre lo inverso. Los datos obtenidos para el primer horizonte podrían ser una consecuencia directa de las lluvias marítimas, que siempre contienen un elevado porcentaje de sodio, mientras que en el subsuelo habría mayor influencia del movimiento lateral de aguas que no puedan ser abundantes en sodio.

4.6 Relación Ca/Mg.

En las Tablas XXI a XXXIII, se presentan las relaciones de Ca/Mg de estos suelos. Como ya se anotó al principio de la discusión, la relación es invertida, y por tanto anormal. El acerto es válido para los tres horizontes, ya que la relación encontrada para el horizonte tercero en la Guayacana, no desvirtúa los demás resultados.

Esta situación plantea uno de los interrogantes que tan frecuentemente surgen en el suelo. Mientras que en climas secos, como el Valle del Cauca, una inversión de la relación Ca/Mg causa efectos deprimentes en las cosechas, en la Llanura del Pacífico no parece significar gran cosa. O bien la continua precipitación anula los efectos de esa relación, o las plantas hasta ahora

FRACCIONES DE POTASIO

PRIMER HORIZONTE

Resultados en ppm.

Nombre de la muestra	K total	K estructural	K no intercambiable		K intercambiable		K soluble en agua
			Total	Más soluble $\text{NO}_3, \text{N O}_3, \text{N NH}_4, \text{O}_2, \text{C a e N}$	Total	Más soluble $\text{NO}_3, \text{N O}_3, \text{N NH}_4, \text{O}_2, \text{C a e N}$	
AGUA CLARA	4.335,38	1.941,76	1.421,48	207,62	972,14	832,05	173,11
BUCHELI	6.211,72	3.757,93	1.146,63	201,34	1.307,16	280,88	154,22
ONILVI	3.686,99	3.209,61	389,40	38,35	87,98	97,24	4,26
KILMETRO 28	3.847,30	3.395,92	342,15	47,18	109,23	129,18	7,30
CAJAPI	5.018,60	4.505,12	265,17	38,68	248,31	237,53	9,80
KILMETRO 40	3.232,95	2.924,14	255,16	45,62	53,65	61,87	4,84
TANGARAL	2.871,61	1.754,53	752,09	63,34	364,99	389,14	25,22
TANGARAL	2.014,49	1.388,54	449,89	50,84	176,06	3,37	10,13
DESV. Candelillas	2.849,02	2.369,74	344,89	53,97	134,39	99,45	8,03
KILMETRO 44	3.013,10	2.516,66	262,07	69,65	233,98	193,76	9,02
ESPRIELLA	2.192,16	1.101,95	603,70	83,86	484,61	400,20	65,88
QUALTAL	2.652,21	1.685,80	736,51	85,69	229,90	222,06	15,15
CAJAPI	2.503,76	1.575,36	632,94	135,04	295,46	341,97	13,78
LLOBETE	2.538,06	1.619,41	641,48	512,55	277,17	510,20	9,32
OVA YACANA	2.449,47	1.662,79	451,14	355,30	335,54	331,53	12,98
PROMEDIO	3.294,45	2.360,61	579,63	125,80	354,01	276,75	34,86
% del K-total	100,00	71,65	17,60	3,81	10,74	8,40	1,05

TABELA XXIII
FRACCIONES DE POTASIO
SEGUNDO HORIZONTE
Resultados en ppm

Nombre de la muestra	K total	K estructural	K no intercambiable		K intercambiable		K soluble en agua
			Total	Más soluble NO ₃ -N 0,1M NH ₄ OH N	Total	NH ₄ OH N	
AGUA CLARA	5.089,43	3.558,67	806,89	129,06	723,87	753,43	68,54
KUNDEI	3.617,71	2.216,97	933,47	168,29	467,27	603,31	24,55
CHILVI	2.439,97	1.898,73	462,97	61,08	70,27	88,95	0,15
KILOMETRO 28	1.755,74	1.323,47	319,49	57,24	112,78	133,64	3,14
CAJAPI	1.423,33	1.114,86	383,38	35,08	129,04	100,91	1,09
KILOMETRO 40	3.235,90	2.951,61	221,27	59,46	72,82	374,36	1,61
TANGAREAL	2.642,71	1.656,17	667,10	97,56	319,44	49,70	8,30
TANGAREAL	3.228,90	2.818,62	356,47	43,70	53,61	96,87	2,15
DESV. CARRILLILLAS	3.288,10	2.964,75	261,76	47,69	61,59	74,85	1,06
KILOMETRO 44	3.338,86	2.588,96	541,31	97,75	208,59	217,77	7,38
ESPRINJA	2.604,49	1.974,39	382,91	60,50	246,79	286,61	2,10
QUILTAI	3.561,81	2.216,30	1.173,50	1.066,04	172,01	376,29	2,42
CAUNAPI	1.820,82	1.246,41	503,87	140,03	68,54	246,33	1,64
LORETS	1.846,25	477,63	1.029,82	299,72	338,61	444,08	3,06
QUAYACANA	1.964,25	1.676,01	199,97	43,70	88,25	180,28	0,66
PROMEDIO	2.791,34	2.045,73	536,14	162,32	209,44	268,64	8,57
σ del K-total	100,00	73,28	19,20	5,81	7,50	9,62	0,30

TARLA XLIV
FRACCIONES DE POTASIO
TERCER HORIZONTE
Resultados en ppm

Nombre de la muestra	K total	K estructural	K no intercambiable		K intercambiable		K soluble en agua
			Total más soluble	NO ₃ H 0,2N	NO ₃ O,10 N	NO ₃ O,10 N	
AGUA CLARA							
BOMBALI	3.395,43	1.696,68	876,51	163,45	817,24	741,74	10,17
CHILVI	3.349,38	2.537,24	627,22	212,12	184,92	223,74	3,00
KILMBETO 28	4.222,52	3.588,59	284,74	61,75	349,19	262,67	5,45
CAWAPI	1.938,34	1.478,14	197,95	174,65	262,25	264,80	3,43
KILMBETO 40	3.460,75	3.292,24	123,70	30,51	44,81	76,26	2,25
TANGABAL	2.772,76	1.161,78	702,93	123,83	453,05	360,73	3,23
TANGABAL	3.334,10	2.974,44	310,07	70,44	49,59	39,07	0,79
DEPT. CANDILLILLAS	2.653,20	2.200,83	320,95	59,17	131,42	235,84	0,66
KILMBETO 44	2.403,74	1.663,59	432,36	58,72	307,59	322,65	1,07
ESPINILLA	2.896,73	1.964,30	415,07	76,25	517,16	431,63	3,94
QUALTAL	3.384,92	2.245,79	589,25	104,11	549,89	541,50	2,49
CAWAPI	1.273,12	654,46	399,39	69,42	241,27	266,11	1,95
LIOMHES	1.830,34	477,23	1.168,45	281,52	184,69	123,00	3,06
GUAYACANA	2.174,63	1.930,62	125,89	42,19	115,12	117,82	1,57
PROMEDIO	2.792,14	2.023,36	469,76	109,15	300,72	294,96	3,07
± del K-total	100,00	72,39	16,82	3,90	10,77	10,56	0,10

ZARLA XXV

CONTENIDOS MÁXIMO, PROMEDIO Y MÍNIMO DE LAS FRACCIONES DE POTASIO

Resultados en ppm

	K		K no intercambiable		K intercambiable		K soluble en agua
	total	estructural	Total más soluble	NO3H 0,1N	ML0Ac N		
PRIMER HORIZONTE							
Máximo	6.211,72	3.797,93	1.421,48	512,55	1.307,16	632,85	173,11
Promedio	3.294,45	2.360,61	579,83	125,80	354,01	276,75	34,86
Mínimo	2.014,49	1.101,85	255,16	38,33	53,65	3,37	4,26
SEGUNDO HORIZONTE							
Máximo	5.089,43	3.598,67	1.173,50	1.066,04	723,87	753,43	68,34
Promedio	2.791,34	2.045,73	536,14	162,32	209,44	268,64	8,57
Mínimo	1.423,33	477,83	191,38	35,08	53,81	49,70	0,15
TERCER HORIZONTE							
Máximo	4.222,52	3.588,59	1.168,45	281,52	3.588,59	741,74	10,14
Promedio	2.792,14	2.021,36	469,76	109,15	300,72	294,96	3,07
Mínimo	1.273,12	477,20	123,70	30,15	477,20	39,07	0,66

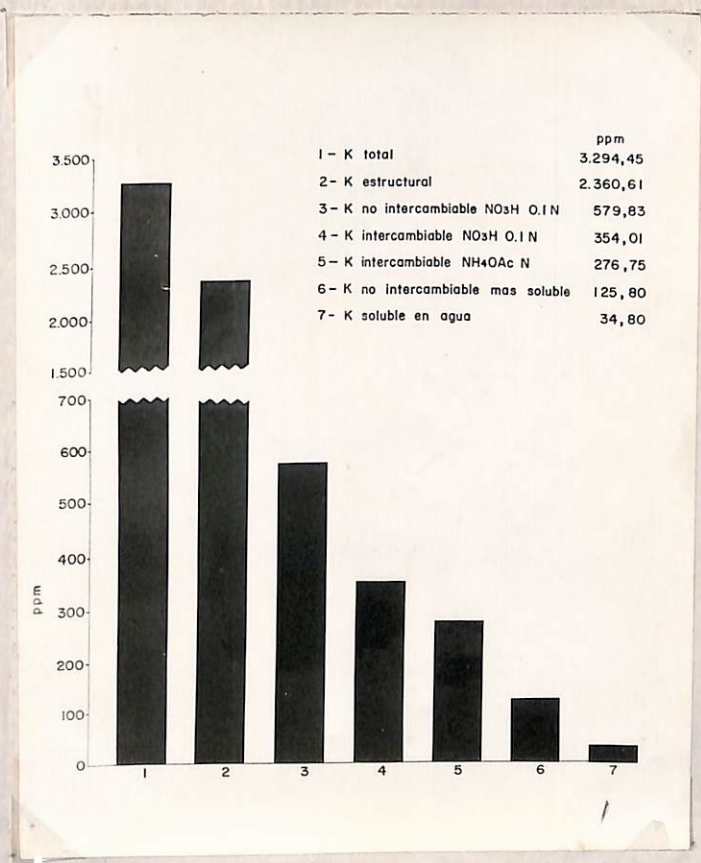


Figura 11
Contenido promedio de las fracciones de potasio.
Primer horizonte.

Fotocopia: I. Santacruz

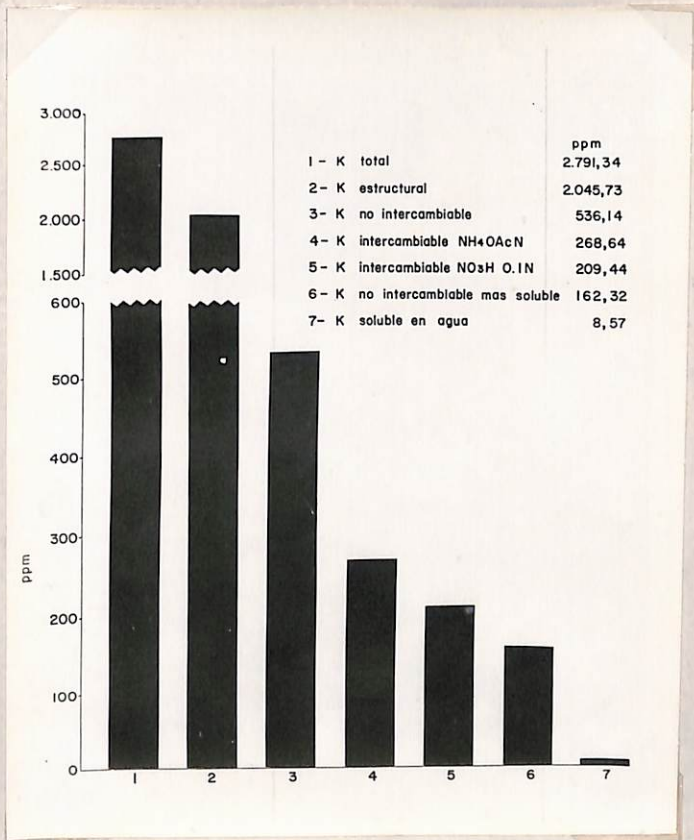


Figura 12
Contenido promedio de las fracciones de potasio.
Segundo horizonte.

Fotocopia: I. Santacruz

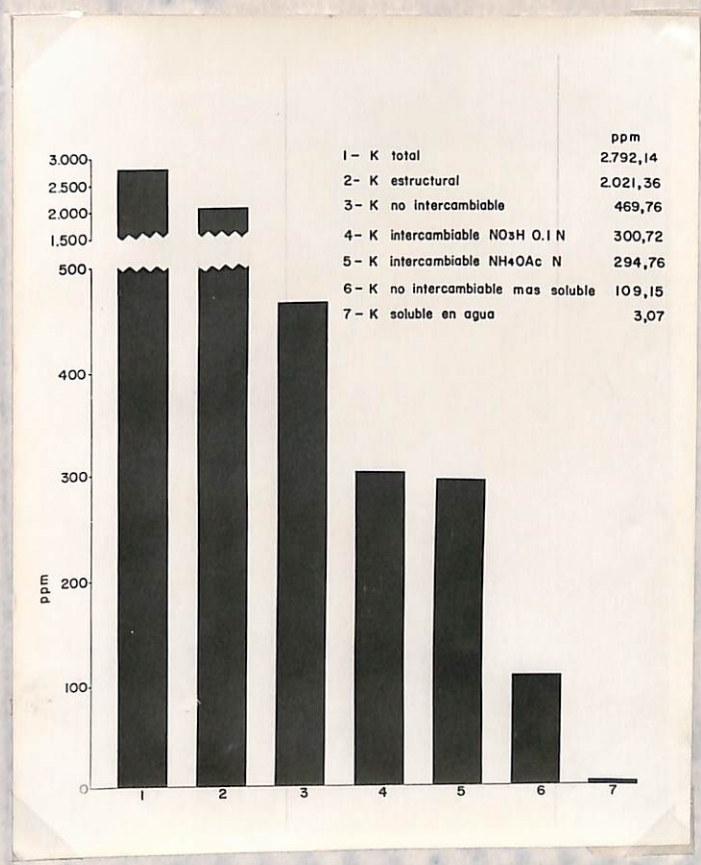


Figura 13
Contenido promedio de las fracciones de potasio.
Tercer horizonte.

Fotocopia: I. Santaerius

TABLA XXVI

LIXIVIACION DE POTASIO MEDIANTE LA ADICION DE 100 G.C./DIA DE HCL 0,01N

PANOR HORIZONAL

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	D I A S										Total lixiv.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AGUA CLARA	1.106,50	177,71	139,18	100,97	76,43	61,17	53,17	45,77	31,27	21,60	2.207,85
BUCHELI	1.229,84	519,95	241,77	102,53	50,42	36,52	25,01	16,20	10,80	4,32	2.255,15
CHILVI	70,62	49,53	26,62	7,99	5,53	31,95	4,05	4,04	1,92	1,38	205,43
KILOMETRO 26	109,10	49,20	14,04	4,27	4,27	53,70	2,02	2,02	1,46	1,46	222,54
CAJAPI	101,46	43,64	15,27	0,87	4,36	1,96	1,42	3,27	1,96	1,42	175,73
KILOMETRO 40	81,87	13,95	2,68	1,39	1,39	32,19	1,93	1,93	1,93	1,93	141,19
TANGARAL	272,45	140,95	76,22	46,16	22,54	9,66	5,57	6,44	5,57	3,22	566,38
TANGARAL	156,10	81,41	40,01	13,34	8,00	4,27	1,92	5,34	5,05	1,39	315,85
DESV. CANDILLAS	143,85	53,76	15,05	8,60	5,36	3,25	1,39	4,08	3,25	1,40	239,95
KILOMETRO 44	163,29	59,78	13,27	8,26	6,37	4,25	3,18	1,91	4,25	1,91	266,49
ESPIRELLA	424,71	125,15	58,21	20,15	8,17	4,15	3,27	2,27	4,15	1,42	551,60
QUALRAL	271,70	60,09	17,05	10,45	6,98	3,97	1,88	1,88	3,14	3,14	379,86
CAJAPI	239,43	117,64	43,77	25,87	6,89	4,16	3,28	1,97	4,16	1,97	439,14
LIOMENES	181,05	102,95	70,00	26,12	16,46	6,58	1,43	1,98	9,88	1,98	418,41
GUAYACANA	59,95	154,00	25,76	6,82	4,53	6,49	1,41	1,41	1,95	4,11	246,21

TABLA XXVIII

LIVIFICACION DE POTASIO MEDIANTE LA ADICION DE 100 C.C./DIA DE HCL 0,01N

SEGUNDO HORIZONTE

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	D I A S										Total Lixiv.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AGUA CLARA	228,95	120,51	103,63	85,72	57,59	44,80	26,59	16,67	12,79	10,23	707,48
BUCHELI	117,46	92,15	54,78	34,70	21,16	18,69	14,74	11,75	12,07	9,61	387,11
CHILVI	36,06	18,87	22,97	12,18	11,86	6,47	4,09	3,23	4,31	4,10	127,74
KILOMETRO 28	81,24	55,05	40,88	14,47	6,60	5,24	3,14	1,89	5,24	1,89	215,62
CAJAPI	41,74	16,13	16,14	8,61	5,38	3,98	1,40	1,94	8,07	3,22	106,61
KILOMETRO 40	36,63	5,39	8,62	4,09	3,23	1,94	9,66	1,40	11,85	1,40	84,21
TANGARAL	198,57	166,05	146,30	47,23	26,29	14,81	1,40	5,37	8,05	4,08	558,15
TANGARAL	51,12	25,61	22,93	13,45	6,78	4,31	1,39	3,23	4,09	1,94	134,85
DESV. CANDELLILLAS	49,30	20,10	21,39	10,69	6,42	4,06	1,90	1,39	3,20	3,21	121,86
KILOMETRO 44	164,99	106,12	27,76	8,23	6,33	5,28	1,90	4,01	4,01	3,17	332,80
ESPUELLA	60,39	40,75	23,62	6,30	9,45	3,15	1,40	1,89	3,99	3,15	154,09
QUALTAL	99,43	44,62	18,81	6,77	5,38	4,30	1,42	1,40	3,23	1,40	186,78
CAJAPI	46,53	28,79	19,71	10,95	4,16	1,97	4,22	1,42	1,97	1,42	121,14
LLORENTE	105,49	69,94	30,53	12,21	5,55	3,33	1,94	1,99	3,30	1,99	236,27
QUAYACAMA	45,74	12,16	9,69	4,09	3,23	1,40	1,94	1,40	1,94	3,23	84,82

TABLA XVIII

LIXIVIACION DE POTASIO MEDIANTE LA ADICION DE 100 C.C./DIA DE HCL 0,01N

TERCER HORIZONTE

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	D I A S										Total lixiv.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
AGUA OLARA													
BUEBILI	146,74	96,39	9,64	20,68	26,78	16,10	12,65	9,64	8,03	5,36	322,41		
CHILVI	45,69	20,45	61,94	12,29	8,16	6,85	5,44	3,44	4,35	3,26	193,87		
KILIMESTO 28	125,69	33,16	23,39	6,03	5,18	1,87	3,11	1,35	3,11	1,87	206,81		
CAMAYI	7,41	37,02	26,94	8,26	6,36	4,02	5,29	3,18	4,02	1,91	104,41		
KILIMESTO 40	16,41	4,21	2,63	3,16	6,31	3,16	3,99	1,89	3,16	1,37	48,29		
TANGAREAL	84,85	71,39	41,16	22,61	17,55	11,84	10,77	6,78	6,78	5,38	288,01		
TANGAREAL	30,01	19,59	14,38	6,25	5,21	5,96	3,13	1,88	3,96	3,13	93,50		
INSV. CANDILLAS	24,66	16,22	19,29	12,11	8,04	6,43	5,36	4,07	4,29	1,93	104,34		
KILIMESTO 44	67,44	73,99	18,62	4,09	3,23	3,22	12,90	4,09	3,23	3,23	214,24		
ESPAÑILLA	133,91	73,52	14,49	6,62	5,25	4,20	3,15	3,99	4,20	4,20	253,53		
QUALTEL	107,19	111,95	50,02	12,49	9,95	5,53	6,96	1,99	3,32	5,53	395,93		
CAMAYI	56,21	47,12	20,85	12,20	12,53	9,90	6,65	3,33	4,21	1,99	177,07		
ILORINSI	126,61	109,92	47,29	16,13	16,69	8,34	6,68	3,34	4,23	6,68	385,01		
GUAYACANA	30,30	43,53	12,34	4,26	4,26	19,64	4,26	4,26	4,26	1,46	128,57		

CONTENIDOS DE SODIO TOTAL E INTERCAMBIABLES

Resultados en ppm

Nombre de la muestra	PRIMER HORIZONTE		SEGUNDO HORIZONTE		TERCER HORIZONTE	
	No. total	No. Interc. Int. Oac N.	No. total	No. Interc. Int. Oac N.	No. total	No. Interc. Int. Oac N.
AGUA CLARA	11,370,00	1,255,64	8,255,15	69,05	4,230,84	152,09
BUENOS AIRES	5,185,44	208,96	4,991,96	82,75	5,710,95	57,10
CHILE	3,566,08	54,29	2,803,32	48,84	4,766,52	35,74
KILOMETRO 28	5,476,08	30,89	4,325,82	32,85	7,599,76	7,20
LAJAPU	4,909,50	126,28	2,501,25	41,95	6,600,67	14,72
KILOMETRO 40	5,794,20	27,05	4,847,85	35,87	4,038,00	67,83
PANQUEAL	2,442,21	25,76	2,602,99	15,56	4,454,12	7,08
PANQUEAL	1,520,47	29,34	3,620,86	31,21	3,162,40	64,70
DESV. CANDILLAS	3,924,11	16,66	2,525,72	39,56	6,829,42	48,72
KILOMETRO 44	3,158,55	39,81	4,169,62	27,44	5,435,30	17,64
ESPRIBILLA	2,085,43	31,58	3,251,00	33,92	497,29	30,38
QUALTAL	2,429,62	14,10	1,209,48	25,97	626,47	42,68
CAHUAPI	2,380,10	46,50	1,368,62	86,49	1,307,30	18,68
ALORRETE	4,197,17	19,20	2,053,87	14,02	140,26	17,39
QUAYACANA	3,005,66	14,12	1,641,35	28,30	7,599,76	152,09
Máximo	11,370,00	1,253,64	8,255,15	86,49	3,957,09	42,10
Promedio	4,096,30	133,21	3,477,78	40,85	140,26	7,08
Mínimo	1,520,47	14,10	1,209,48	14,02		
± del No-total	100,00	3,25	100,00	1,17	100,00	1,03

RELACION K/No. EN SUS FRACCIONES TOTAL E INTERCAMBIABLE

Nombre de la muestra	PRIMERA FRACCION		SEGUNDA FRACCION		TERCERA FRACCION	
	K/No. Total	K/No. Intero.	K/No. Total	K/No. Intero.	K/No. Total	K/No. Intero.
AGUA CLARA	0,38	0,67	0,62	10,91	0,80	4,88
BUNDELI	1,19	0,90	0,72	7,29	0,58	3,91
CHILANI	1,03	2,84	0,87	1,82	0,88	10,15
KILONESTO 26	0,70	4,18	0,41	3,95	0,25	36,78
CAJANI	1,02	1,88	0,57	2,41	0,52	5,16
KILONESTO 40	0,53	3,03	0,67	10,44	0,68	5,32
TANGARAL	1,17	15,11	1,01	3,17	0,74	5,52
TANGARAL	1,32	0,11	0,84	3,10	0,83	3,65
DESV. CANDILLILLAS	0,73	5,97	1,41	1,89	0,35	6,62
KILONESTO 44	0,95	4,87	0,80	7,93	0,53	25,60
ESPAÑILLA	1,05	12,60	0,49	8,31	6,80	17,81
GUALTAL	1,09	15,74	2,94	15,69	2,03	6,24
CAJANI	1,05	7,35	1,33	2,85	1,40	6,69
LICHENTE	0,60	26,57	0,89	31,67	15,90	6,78
GUAYACANA	0,81	23,48	1,19	6,37		
Máximo	1,32	26,57	2,94	31,67	15,90	36,78
Promedio	0,90	8,30	0,98	7,85	2,27	10,36
Mínimo	0,38	0,11	0,49	1,82	0,25	3,65

TABLA XXXI
CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION Ca/Mg
PRIMER HORIZONTE
Resultados en ppm

Nombre de la muestra	Calcio		Magnesio		Ca/Mg
	NH ₄ O	Ac N	NH ₄ O	Ac N	
AGUA CLARA	841,38		22,563,90		0,04
BUHELÍ	124,23		21,031,54		0,06
CHILVI	1.342,03		1.787,32		0,75
KILOMETRO 28	662,75		928,83		0,72
CAJAPI	1.472,85		1.334,61		1,11
KILOMETRO 40	397,01		548,00		1,14
TANGARSAL	2.254,35		1.670,88		1,34
TANGARSAL	2.240,70		1.686,71		1,33
DESV. CANDELILLAS	145,13		405,26		0,36
KILOMETRO 44	610,48		782,36		0,78
ESPRIELLA	1.709,73		1.393,08		1,23
GUALTAL	483,41		731,93		0,66
CAUNAPI	478,73		705,25		0,68
LLORENTE	1.382,60		1.134,17		1,22
QUAYACANA	541,20		934,50		0,57
Máximo	2.254,35		22.563,90		1,34
Promedio	979,09		3.842,55		0,79
Mínimo	124,23		405,26		0,04

TABLA XXXII
CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION Ca/Mg
SEGUNDO HORIZONTE
Resultados en ppm

Nombre de la muestra	Calcio	Magnesio	Ca/Mg
	NH ₄ OAc N	NH ₄ OAc N	
AGUA CLARA	2.531,93	3.881,18	0,39
BUCHBLI	2.498,65	3.038,16	0,82
CHILVI	1.951,54	1.935,17	1,01
KILOMETRO 28	812,36	1.422,47	0,06
CAJAPI	925,19	1.517,48	0,09
KILOMETRO 40	1.615,95	1.794,69	0,90
TANGARAL	113,24	234,94	0,48
TANGARAL	1.571,40	1.897,73	0,98
DESV. CANDELILLAS	876,83	1.274,26	0,07
KILOMETRO 44	464,46	744,49	0,62
ESPRIJILLA	577,61	676,83	0,85
GUALTAL	247,27	405,27	0,61
CAUNAPI	197,08	412,44	0,48
LIORONTE	1.554,28	243,00	6,39
GUAYACANA	137,23	287,93	0,48
Máximo	2.531,93	3.881,18	6,39
Promedio	1.055,18	1.317,73	0,94
Mínimo	113,24	234,94	0,06

TABLA XXXIII
CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO Y RELACION Ca/Mg
TERCER HORIZONTE
Resultados en ppm

Nombre de la muestra	Calcio	Magnesio	Ca/Mg
	$\text{NH}_4\text{OAc N}$	$\text{NH}_4\text{OAc N}$	
AGUA CLARA	-----	-----	-----
BUCHELI	2.742,02	5.139,50	0,53
CHILVE	2.937,06	3.587,92	0,82
KILOMETRO 28	700,00	919,81	0,76
CAJAPI	818,23	1.609,98	0,05
KILOMETRO 40	136,75	255,82	0,53
TANGAREAL	1.222,17	2.309,76	0,53
TANGAREAL	132,84	380,08	0,35
DREV. GANDEZILLAS	2.068,96	3.206,74	0,65
KILOMETRO 44	505,49	805,61	0,63
ESPIRILLA	388,61	523,63	0,74
GUAYAL	287,33	671,90	0,43
CAJAPI	155,23	404,49	0,38
ILORINTA	88,96	448,23	0,19
GUAYACANA	89,77	3,70	24,26
Máximo	2.937,06	5.139,50	24,26
Promedio	876,67	1.448,36	2,20
Mínimo	88,96	3,70	0,05

TABLA XXIV

RELACIONES ESTADISTICAS ENTRE EL POTASIO TOTAL Y EL POTASIO INTERCAMBIABLE (*)

	Línea de Regresión	"r" obtenido	$\frac{\text{"r" tabulado}}{5\%}$	G.L.
PRIMER HORIZONTE	$Y = 288,15 + 0,02X$	0,209752 N.S.	0,5159	0,6411 13
SEGUNDO HORIZONTE	$Y = 203,86 + 0,002X$	0,269588 N.S.	0,6411	0,5139 13
TERCER HORIZONTE	$Y = 283,97 + 0,006X$	0,077546 N.S.	0,6634	0,5324 12

N.S. = No significativo

G.L. = Grados de libertad.

(*) Ver apéndice.

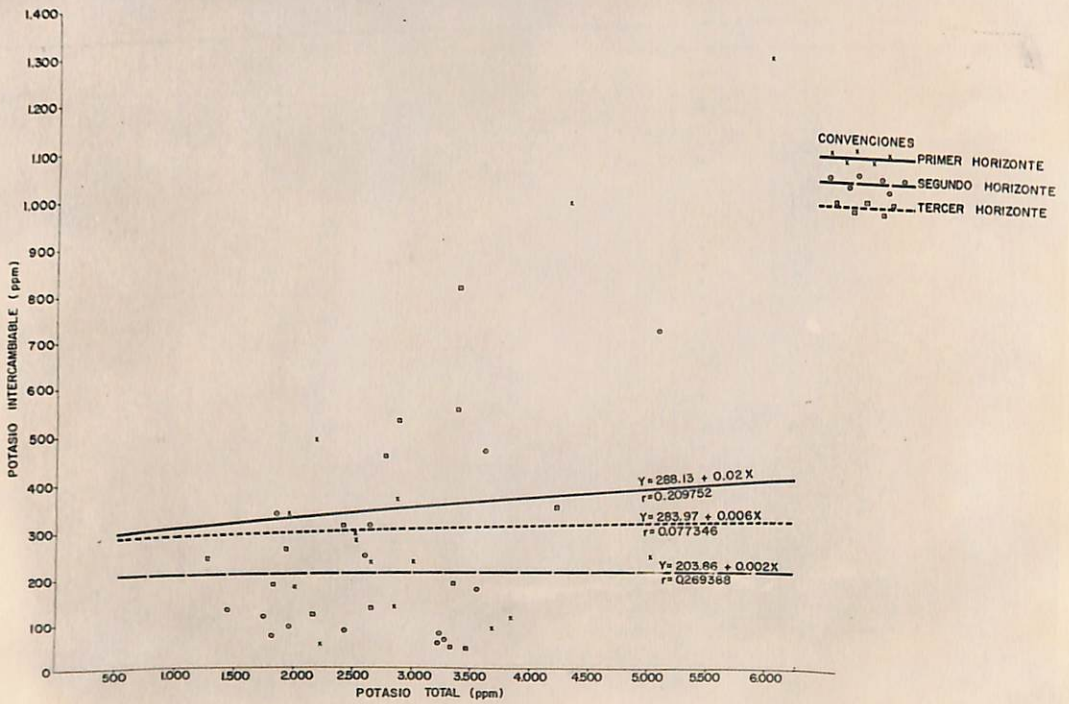


Figura 14

Relación entre el potasio total y el potasio intercambiable, en los tres horizontes estudiados.

Fotocopia: I. Santacruz

V CONCLUSIONES

1. Las cantidades de nitrógeno total obtenido son más elevadas de lo previsto para una región de clima húmedo tropical, debido a la abundancia de nitrógeno orgánico.

2. Esa abundancia de nitrógeno orgánico es consecuencia de la concentración relativamente alta de materia orgánica, cuya estabilidad ha sido relacionada con la influencia de materiales volcánicos, y con el hecho de haberse tomado todas las muestras bajo condiciones de prado.

3. Dentro de la fracción nitrogenada inorgánica, el $\text{NH}_4\text{-N}$ nativo fijo representó el 2,6; 6,8 y 12,2% del N-total en los horizontes primero, segundo y tercero respectivamente, mientras que el $\text{NH}_4\text{-N}$ intercambiable, en el mismo orden, fue de 1,4; 5,4 y 8,9%.

4. El nitrógeno intercambiable aparece ligeramente inferior a los niveles que requiere una cosecha promedio. Por tanto, se debe esperar una respuesta a los fertilizantes nitrogenados, recomendándose dosis alrededor de 50 Kg/ha.

5. El contenido de fósforo total se aproxima a niveles promedio aceptables.

6. Las cantidades de fósforo unido al hierro son muy pequeñas, especialmente en el subsuelo. Este hecho se atribuye a la presencia de un hidromorfismo permanente de profundidad (glei) que reduce al hierro y solubiliza al fósforo.

7. En los subsuelos (tercer horizonte estudiado) la suma de los fosfatos cálcicos supera a la de los fosfatos de hierro y aluminio, indicando que la meteorización de los perfiles estudiados no es muy avanzada.

8. El fósforo orgánico no es una fracción importante. La relación C/P es muy amplia, significando la pobreza de los materiales orgánicos en compuestos fosforados.

9. El potasio total de estos suelos presenta concentraciones bajas, mientras que la fracción inorgánica da resultados elevados, originados por la meteorización in situ de los materiales potásicos, aumentados por la lixiviación originada en el flanco de la Cordillera Andina.

10. En condiciones de laboratorio, la lixiviación del potasio fue bastante alta. La recuperación del potasio en estos suelos no parece fácil, debido a la debilidad que muestra la fracción más soluble del potasio intercambiable.

11. La relación K/Na en sus formas total e intercambiable está dominada por el sodio en el primer horizonte, y por el potasio, a medida que aumenta la profundidad del perfil.

12. La relación Ca/Mg está invertida en los tres horizontes.

13. Sin embargo, esa inversión no parece afectar a las plantas hasta ahora establecidas en la región. Se recomendaría insistir en el estudio de esta relación, a la luz del resultado reportado en esta investigación.

14. En una comparación total de la vertiente del Pacífico y Masónica, los suelos del presente trabajo aparecen por el momento con un mayor potencial, atribuible a una menor meteorización, y a que la Llanura del Pacífico parece recibir más bases provenientes de los Andes que la región de pie de monte Masónica.

VI RESUMEN

El suelo usado en este estudio se obtuvo del tipo tropical húmedo de la Llanura del Pacífico en Maricao (entre la Guayacana y Tunaco) al Suroeste de Colombia.

Según los resultados, las cantidades totales de las diferentes fracciones de nitrógeno tienden a disminuir de acuerdo con la profundidad del perfil. Sin embargo, si las diferentes fracciones se consideran como porcentajes del N-total en el perfil, de acuerdo con la profundidad, solamente disminuye el nitrógeno orgánico, mientras que el NH-N nativo fijo e intercambiable aumenta de 2,5 a 12,2% y de 1,4 a 8,9%, respectivamente.

Los datos para el fraccionamiento de fósforo, demuestran que el fósforo orgánico constituye entre 14,8% (subsuelos) y 19% (suelos) del fósforo total.

Se encuentran mayores cantidades de hierro y aluminio unidos al fósforo que cantidades de fósforo unido al calcio en la superficie del suelo. Sin embargo, a mayor profundidad del perfil, se opera el fenómeno contrario. Esto indica que la meteorización del perfil no está demasiado avanzada.

El promedio de K-total oscila entre 2.791 y 3.294 ppm. Los resultados demuestran un bajo contenido de las di

ferentes fracciones de potasio, exceptuando el potasio intercambiable. Esto se debe posiblemente a la influencia de materiales volcánicos y/o a la lixiviación de los flancos de la Cordillera de los Andes.

According to the results, the total amount of the different K-fractions had a tendency to decrease with the profile depth. However, if the different fractions are considered as percentage of total-K in the profile, only exchangeable K decreased with the depth while non-exchangeable K increased from 2.5 to 12.2% and from 1.4 to 6.5% respectively.

The data for K-fractionation showed that exchangeable K increased from 24.8 (surface) to 35% (depth) of total-K. It was also observed that the non-exchangeable K in surface soils. However, as the depth increased the reverse was true. This indicated that the profile weathering stage is not too advanced.

On the average, total-K ranged between 2,771 to 2,820 ppm. Results showed a low content of the different K-fractions except for exchangeable-K. This being due probably to the influence of volcanic potassium which is the K source and from the mean depth.

SUMMARY

The soils used in this study were obtained from the Pacific tropical humid forest of Mariké (between Guaya cana and Tumaco), S.W. Colombia.

According to the results, the total amounts of the different N-forms had a tendency to decrease with the profile depth. However, if the different fractions are considered as percentages of total-N in the profile, only organic-N diminished with the depth while native fixed and exchangeable $\text{NH}_4\text{-N}$ increased from 2.5 to 12.2% and from 1.4 to 8.9% respectively.

The data for P-fractionation showed that organic-P constituted between 14.8 (subsoils) to 19% (topsoils) of total-P. Fe and Al bound-P were more prevalent than calcium bound-P in surface soils. However, as the depth increased the reverse was true. This indicated that the profile weathering stage is not too advanced.

On the average, total-K ranged between 2,791 to 3,293 ppm. Results showed a low content of the different K-fractions except for exchangeable-K. This being due probably to the influence of volcanic materials and/or to the K leached out from the Andean slopes.

VII BIBLIOGRAFIA

1. ACQUAYE, D. K. Some significance of soil organic phosphorus mineralization in the phosphorus nutrition of cocoa in Ghana. *Plant and Soil*. 19: 65-80. 1.963.
2. AHMAD, H. y R. L. JONES. Forms of occurrence of inorganic phosphorus and its chemical availability in limestone soils of Barbados. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31: 184-186. 1.967.
3. ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. Wiley, New York. 472p. 1.961.
4. ANDERSON, G. Nucleic acids, derivatives and organic phosphates. In McLaren, A. D. y Paterson, G. H. ed. *Soil biochemistry*. p.67-90. 1.967.
5. ANDERSON, J. L. Petroleum geology of Colombia, *Bull of the Amer. Assoc. Pet. Geol.* 29: 1045-1162. 1.945.
6. AOMINE, S. e Y. KOBAYASHI. Effects of allophana on the enzymatic activity of a protease. *Soil Sci. Plant Nutr.* 10: 28-32. 1.965.
7. ARNOLD, P. W. Nature and mode of weathering of soil potassium reserves. *Jour. Sci. Food Agric.* 11:

- 286-292. 1.960.
8. AXLEY, J. H. and J. O. LEGG. Ammonium fixation in soils and the influence of potassium on nitrogen availability from nitrate and ammonium sources. *Soil Sci. Soc.* 20: 151-156. 1.960.
9. BASTIDAS, O., A. CAICEDO y F. ROMO. Estudios de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos del Valle de Sibundoy. Intendencia Nacional del Putumayo. Tesis de Grado. (No publicada). IITA, Univ. de Nariño. Pasto. 219p. 1.970.
10. BASTIDAS, O., A. CAICEDO, F. ROMO y N. ELASCO. Formas de fósforo en los suelos volcánicos del Valle de Sibundoy, Putumayo, Colombia. (Sométido a consideración *Revista Turrialba*). 1.970.
11. ELASCO, N. Formas de fósforo en suelos del Amazonas Colombiano. *Anales de Edafología y Agrobiología*. (En prensa). 1.970.
12. _____. Informe preliminar del Amazonas Colombiano. *Anales de Edafología y Agrobiología*. 27: 47-55. 1.968.
13. _____. *Microbiología de suelos*. IICA. Turrialba. Costa Rica. 247p. 1.970.

14. BLASCO, M. Sinopsis edafológica del Amazonas Colombia no IV conf. Latin. Fertilidad de suelos. FAO. Bogotá. (En multilith). 21p. 1.968.
15. _____ Studies on some aspects of nitrogen in the soils of Colombia. Ph. D. Tesis de Grado. University of London. 311p. 1.966.
16. _____ y H. BONDORQUE. Fractionation of phosphorus in tropical soils of Colombia. Agrochimica. 12: 173-178. 1.968.
17. _____ and A. H. COMPIELD. Effect of soil moisture content during incubation on the nitrogen mineralising characteristics of the soils of Colombia. Geoderma. 1: 19-25. 1.967.
18. _____ Fixation of added ammonium and nitrification of fixed ammonium in clays. Jour. Sci. Food Agric. 17: 481-484. 1.966.
19. BONDORQUE, H. Estudio de las fracciones y algunas reacciones del potasio en los suelos del Valle del Cauca. Tesis de Grado. Fac. Agron., Palmira. Univ. Nacional. 79p. 1.968.
20. BONDORQUE, H. y R. PINEDA. Minerales amorfos y mineralización de nitrógeno en suelos derivados de cenizas

volcánicas. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. FAO/IIICA. Turrialba, Costa Rica. B-7, 1. 1.969.

21. HORNEMISZA, E. y K. IGUS. Comparison of three methods for determining organic phosphorus in Costa Rica soils. Soil Sci. 10: 347-353. 1.967.

22. BOUYOCOS, G. H. A comparison between the pipette method and the hydrometer method for making mechanical and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38. 1.934.

23. BRENNER, J. H. Nitrogenous compounds. In: McLaren, A. D. y Paterson, G. H. ed. Soil biochemistry. Dekker, New York. pp. 19-66. 1.967.

24. _____ The amino-acid composition of the protein material in soil. Biochemistry. Jour. 47: 538-542. 1.950.

25. _____ The nature of soil nitrogen complexes. Jour. Sci. Food Agric. 3: 497-500. 1.952.

26. _____ Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. Jour. Agric. Sci. 55: 11-33. 1.960.

27. BREMNER, J. H. and K. SHAW. Determination of ammonia and nitrate in soils. *Jour. Agric. Sci.* 46: 320-328. 1.955.
28. _____ Studies on the estimation and estimation and decomposition of amino sugars in the soil. *Jour. Agric. Sci.* 44: 152-159. 1.955.
29. BRODABENT, F. B., R. H. JACKMAN, y J. McNICOLL. Mineralization of carbon and nitrogen in some New Zealand allophanic soils. *Soil Sci.* 98: 118-128. 1.964.
30. BURGE, W. D. y F. B. BRODABENT. Fixation of ammonia by organic soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 25: 199-204. 1.961.
31. CHANG, S. C. y M. L. JACKSON. Soil phosphorus fraction in some representative soil. *Jour. Soil Sci.* 2: 109-119. 1.958.
32. _____ Fractionation of soil phosphorus. *Soil Sci.* 84: 133-137. 1.957.
33. COLOMBIA, MINISTERIO DEL TRABAJO. Narifio. Sus modalidades geográficas, económicas y sociales como factores de planeamiento, para la adopción de un régi

- don de seguridad social campesina. Bogotá, Litografía Arco. 218p. 1.959.
34. CORFIELD, A. H. Laboratory manual agricultural chemistry. Imperial College. London University. 75p. 1.966.
35. DAHNKE, W. G., J. L. MALCON, y M. B. MENENDEZ. Phosphorus fraction in selected soil profiles of El Salvador as related to their development. Soil Sci. 98: 33-40. 1.964.
36. DELGADO, T. A. Pastos y forrajes. Departamento de Zootecnia. IITA, Univ. de Maricao, Puerto. (En minió grafo). 80p. 1.966.
37. DURAN, N. Principales características químicas de los suelos de la región algodonera del sur de la Guajira. Tesis de Grado. Fac. de Agron., Palmira. Univ. Nacional. 75p. 1.968.
38. _____ y M. BLASCO. Fractionation of nitrogen in the soils of Guajira, Caribbean area of Colombia. Tropical Agric. (Trinidad). (En prensa). 1.970.
39. EMMONS. Geology. McGraw-Hill. New York. 96p. 1.939.
40. HERRERA, R. O. y A. W. MOORE. Phosphorus status of some nigerian soils. Soil Sci. 10: 322-328. 1.966.

41. **BRUNSON, W. O.** Significance of the C:P organic ratio in the mineralisation of soil organic phosphorus. *Soil Sci.* 103: 62-66. 1.967.
42. **ESPINAL, T. L. y H. MONTENEGRO.** Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Departamento Agronómico. Bogotá, Canal Neíres. 201p. 1.963.
43. **FASCHENBERG, H. W.** Formas de los fosfatos en algunos suelos de la zona oriental de la Meseta Central y de las Llanuras Atlánticas de Costa Rica. *Fito. Latin.* 2: 187-202. 1.966.
44. _____ La adsorción de fosfatos en suelos fuertemente ácidos y su evaluación usando la isotermia de Langmuir. *Fito. Latin.* 2: 202-216. 1.966.
45. _____ Phosphate retention and its different chemical. *Agrochimica.* 12: 512-521. 1.968.
46. _____ Deficiencias y fijación del fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas de Centroamérica. *II Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina.* FAO/IIICA. Turrialba, Costa Rica. E-4,1. 1.969.

47. PASSENDER, H. W. Retención y transformación de fósforos en ocho latosoles de la Amazonia del Brasil. Fito. Latin. 6: 1-10. 1.969.
48. _____ Química de suelos. IICA, Turrialba, Costa Rica. 266p. 1.969.
49. _____ L. MULLER y P. BALSERDI. Estudios del fósforo en suelos de América Central. Formas y sus relaciones con las plantas. Turrialba, Costa Rica. 10: 333-347. 1.968.
50. FISHER, A. R. y P. YATES. Tablas estadísticas para investigadores científicos. 3a. ed. Madrid, Edit. Aguilar. 131p. 1.963.
51. GARCIA, R. Estudio sobre el potasio en algunos suelos de clima medio del Departamento de Nazario. Tesis de Grado. (No publicada). ITA, Univ. de Nazario. 129p. 1.969.
52. GAINAN, W. L. Potassium release characteristics of several soils from Ohio and New York. Soil Sci. Amer. Proc. 21: 52-58. 1.957.
53. GOHL, E. N. y R. R. AGARWAL. Total and organic phosphorus in different size-fractions in genetically related soils of Kanpur in the Indian Gangetic

- alluvium. Jour. Indian. Soc. Soil Sci. 11: 17-22. 1.960.
54. GOOSEN, D. et al. Levantamiento general de los suelos de la región del Río Mira. Departamento de Narino. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Departamento Agrológico. Bogotá. 80p. 1.960.
55. GROSSE, E. Acerca de la geología del sur de Colombia. Comp. Ent. Geol. of Colombia. Bogotá. 1: 138-241. 1.935.
56. GUEZBERRIZ, H. Informe geológico sobre la isla del Morro, bahía de Tumaco. (Departamento de Narino). Bogotá. Ministerio de Minas y Petróleos, Servicio Geológico Nacional. Informe No. 624. p.9-10. 1.948.
57. HANOTIAUX, G. L'étude de la dynamique du phosphore du sol par la methode du fractionnement. Meeting Inter. Soc. Soil Sci. Transac., Aberdeen. pp.161-173. 1.967.
58. HAYLOCK, O. F. A method for estimating the availability of non-exchangeable potassium. Intern. Congr. Soil Sci. 6th. Congr., Paris. 13: 403-408. 1.956.

59. HOYOS, A. y R. GARCIA. Distribución de las distintas clases de fósforo en las fracciones del suelo de varios perfiles. *Agrochimica*. 3: 191-197. 1.959.
60. HSU, P. H. y L. W. JACKSON. Inorganic phosphate transformation by chemical weathering of soil as influenced by pH. *Soil Sci.* 90: 16-32. 1.960.
61. JACKSON, W. L. Análisis químico de suelos. Trad. J. B. Martínez. Omega. Barcelona. 660p. 1.964.
62. _____ Soil chemical analysis. 3a. ed. Prentice Hall Inc. New York. 498p. 1.964.
63. _____ and G. D. SHREMAN. Chemical weathering of minerals in soils. *Advances in Agronomy*. 5: 296-297. 1.953.
64. KATHMELSON, H. A., A. PETERSON y J. W. HOWALT. Phosphate dissolving microorganisms seed and in the root zone plants. *Canad. Jour. Botany*. 40: 1181-1189. 1.966.
65. KOSPPH, E. G. and G. G. DE LONG. Weather and climate. McGraw-Hill. New York. 341p. 1.958.
66. LAVERTY, J. G. y E. O. McLEAH. Factors affecting yields and uptake of phosphorus by different crops 3.

Kind of phosphate-native, applied and formed.
Soil Sci. 91: 166-171. 1.961.

67. McCONAGHY, S., J. W. B. STEWART, y M. WALSH. Soil phosphate status measured by isotopic exchange and other techniques. Meeting Inter. Soc. Soil Sci. Transac. Aberdeen. pp.151-160. 1.967.
68. NELSON, A. J. Fixation of potassium added to soils and its recovery by plants. Soil research Institute Canada. Department. of Agriculture. Ontario No. 260. 16p. (En mimeógrafo). 1.966.
69. _____ Potassium supplying power of some Canadian soils. Canada. Jour. Soil Sci. 41: 192-206. 1.961.
70. MARTINI, J. A. Caracterización del estado del potasio en seis suelos de Panamá. Fito. Latin. 3: 163-186. 1.966.
71. MIKANI, D. T. y Y. KANSHIRO. Native fixed ammonium in Hawaiian soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32: 481-485. 1.968.
72. MOLINA, G. y M. BLASCO. El nitrógeno en los suelos derivados de cenizas volcánicas del Altiplano de Pasto, Colombia. Turrialba. 20: (En prensa). 1.970.

73. MOORE, A. W. y G. A. AYKIE. HF-extractable ammonium nitrogen in four nigerian soils. Soil Sci. 29: 335-338. 1.965.
74. NORILLO, R. H. y M. W. PASSENDER. Formas y disponibilidad de fosfatos en algunos suelos de la cuenca baja del Río Choluteca, Honduras. Surrialba. 19: 26-33. 1.968.
75. MUMFELL. Soil color charts. Baltimore. Mum. Col. Co. Inc. s-p. 1.954.
76. NORA, T. B. y L. B. LEGARDA. Estudios de ciertas características de algunos suelos de Maricao relacionadas con las formaciones ecológicas. Tesis de Grado. (No publicada). ITA, Univ. de Maricao. Puerto. 164p. 1.969.
77. MARICÓ, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. Unidad de desarrollo Regional y Urbano. Situación y perspectivas viales del Departamento de Maricao. Informe Sectorial No. 1. Documento: UDRU-1024. Puerto. (En máquina). 1.970.
78. MARICÓ, OFICINA TÉCNICA DE PLANEACION. Proyecto, Esf. finaría de Occidente, cuestionario de "Acopetrol". Tamaco. 152p. 1.969.

79. KONNIK, H. y K. O. NILSSON. Fixation of ammonia by organic fraction of soil. *Acta Agric. Scand.* 13: 371-390. 1.963.
80. ONDÓÑEZ, H. Estudio sobre el potasio en algunos suelos del Altiplano de Pasto. Tesis de Grado. (No publicada). IITA, Univ. de Maricao. 114p. 1.969.
81. PANTOJA, C. Fraccionamiento del fósforo en algunos suelos de clima medio en el Departamento de Maricao. Tesis de Grado. (No publicada). IITA, Univ. de Maricao. 111p. 1.969.
82. PERONIA, J. Del estudio agronómico del Departamento de Maricao y planificación de la región de Tunaco. Trad. del francés por H. Pedro Ernesto, Marista. Imprenta Departamental. Pasto. 51p. 1.955.
83. RODRIGUEZ, G. Fixed ammonia in tropical soils. *Jour. Soil Sci.* 5: 264-274. 1.954.
84. SAVANT, N. K. y R. ELLIS. Changes in redox potential and phosphorus availability in submerged soils. *Soil Sci.* 28: 388-393. 1.964.
85. SAIZ DEL RIO, J. P. y R. NORRINISZA. Análisis químico de suelos. Métodos de laboratorio para diagnóstico de fertilidad. IICA. Turrialba, Costa Rica. 107p. 1.961.

86. SAUNDERS, S. H. W. and E. G. WILLIAMS. Determination of total organic phosphorus in soils. Jour. Soil Sci. 5: 254-260. 1.955.
87. SCHOLIMMERGER, C. J. and M. SIMON. Determination of exchange properties of soil by the ammonium acetate method. Soil Sci. 59: 14. 1.945.
88. SEN GUPTA, N. B. and A. H. CORNFIELD. Determination of the organic phosphorus contents of calcareous soils and its relation to soil calcium carbonate content. Jour. Sci. Food Agric. 13: 655-658. 1.962.
89. _____ Phosphorus in calcareous soils. I. the inorganic phosphorus fractions and their relations to the amount of calcium carbonate present. Jour. Sci. Food Agric. 13: 652-659. 1.962.
90. SHILOVA, Y. I. Availability to plants of nitrogen fixed in the soil under field conditions, Soviet. Soil Sci. 1: 48-55. 1.969.
91. SILVA, F. et al. Métodos analíticos de laboratorio de suelos, 2a. ed. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Bogotá. 138p. 1.963.

92. SIMONS, CH. Apuntes sobre estudios provisionales de los suelos en la región del Mira, entre Tumaco y El Diviso, Maricao, Colombia. Inst. Geogr. Dpto. Agról. 10p. 1.957.
93. SMITH, H. The supply of soluble phosphorus to the wheat plants from inorganic soil phosphorus. Plant and Soil. 22: 314-316. 1.965.
94. SYERS, J. K. Inorganic phosphorus transformations with time. New Zealand. Soils News. No. 1: 11-16. 1.967.
95. TAPUR, N. Principales características químicas de los suelos de la región algodonera de Valledupar (Cesar). Tesis de Grado. Fac. Agron., Palmira. Univ. Nacional. 75p. 1.968.
96. _____ y M. ELASCO. El nitrógeno en los suelos del Valle del Cesar. Acta Agron. 12: 7-16. 1.968.
97. _____ Fósforo en los Valles de Valledupar (Cesar). Agricultura Tropical. 25: 151-159. 1.969.
98. TAPIA, M. A. Conquista de la Llanura del Pacífico. Imprenta del Departamento. Pasto, Colombia. p.28. 1.960.

99. TOKUBOKU, S. e I. KANNO. Nature of the humic of some Japanese soils. Trans. Int. Congr. Soil Sci. 9th. Congr. Adelaide. 3: 163-174. 1.968.
100. TORRES, H. y L. A. ORTIZ. Plan de desarrollo económico y social del Departamento de Maricao. Documento No. 22. Zona del Río Mira. Maricao. Órgano de la Centraloría General del Departamento. Nos. 5-6: 1-21. 1.961.
101. VIEIRA, L. S. y M. BORNHEIMZA. Categorias de fósforo en los principales grandes grupos de suelos en la Amazonia de Brasil. Turrialba. 18: 242-248. 1.968.
102. WADA, K. y T. INOUE. Retention of humic substances derived from rotted clover leaves in soils containing montmorillonite and allophane. Soil Sci. Plants Ntr. 23: 10-16. 1.967.
103. WALKLEY, A. and I. A. BLACK. An examination of the Degtjarev method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 27: 29-38. 1.934.
104. WILLIAMS, C. H. y J. R. SIMPSON. Some effects of cultivation and waterlogging on the availability of phosphorus in pasture soils. Australian Jour. Agric. Res. 16: 413-420. 1.965.

RELACION ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y NITROGENO INORGANIZABLES
PRIMER HORIZONTE

Nombre de la muestra.	N-total X	N-intero. Y	X ²	XY	Y ²
AGUA CLARA	5.937,41	84,04	35.252.837,50	498.979,93	7.062,72
BUCHELI	8.046,07	72,59	64.759.242,44	584.064,22	5.269,30
CHILVI	2.833,17	77,54	8.026.852,24	219.684,00	6.012,45
KILIMBEO 28	2.642,00	71,71	6.980.164,00	189.457,82	5.142,32
CAJAFI	7.368,18	75,80	54.290.076,51	558.508,04	5.745,64
KILIMBEO 40	7.135,45	61,29	50.914.646,70	437.332,73	3.756,45
TANGARAL	2.900,60	60,56	8.413.489,36	253.672,33	6.489,91
TANGARAL	4.421,65	38,24	19.590.989,72	169.003,89	1.462,29
INSV. CARMELITAS	5.448,51	127,64	29.686.261,22	695.447,81	16.291,96
KILIMBEO 44	3.715,95	78,48	13.808.284,40	291.627,75	6.159,11
ESPIRILLA	9.848,92	42,69	97.001.225,16	420.450,49	1.822,43
QUALTAL	5.540,46	25,75	12.534.857,01	91.166,84	653,06
CAJAFI	1.940,96	123,79	3.845.442,56	242.749,71	15.323,96
MOHENTE	4.577,94	51,62	20.957.534,64	236.313,26	2.664,62
GUAYACANA	5.275,45	59,40	27.809.274,90	313.242,93	3.529,36
	75.650,74	1.071,22	453.811.168,36	5.181.780,65	87.190,59

$r = 86,54 = 0,0031$

"r" obtenido = - 0,25119 N.S. "r" tabulado a nivel del 5% para 15 G.L. = 0,5139
"r" tabulado a nivel del 1% para 15 G.L. = 0,6411

N.S. = No significativo

TABLA II

RELACION ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y NITROGENO INORGANICABLE
SEGUNDO HORIZONTE

Nombre de la muestra	X-total Y	N-intero. Y	XI	X ²	Y ²
AGUA CLARA	1.203,05	41,25	46.625,81	1.447.529,50	1.701,56
BURELI	777,36	52,62	40.904,68	604.288,56	2.768,88
CHILVI	1.086,65	67,62	73.491,44	1.181.199,44	4.572,46
KILWETRO 28	880,49	23,48	20.675,90	775.262,64	551,31
CAJAPI	2.198,94	77,11	169.560,26	4.855.537,12	5.945,95
KILWETRO 40	1.256,74	34,99	43.275,53	1.529.525,82	1.224,30
TANGARAL	991,82	90,17	89.432,40	983.706,91	8.150,62
TANGARAL	1.416,41	69,92	99.075,38	2.006.217,28	4.888,80
DESV. CAMELILLAS	1.267,44	47,90	61.668,37	1.637.501,75	2.294,41
KILWETRO 44	679,81	35,47	24.113,86	462.141,63	1.258,12
ESPRIPIA	1.088,00	71,75	78.064,00	1.185.744,00	5.148,06
QUALTAL	511,75	91,51	46.830,24	261.888,06	8.374,08
CAWAWI	1.348,92	57,64	77.751,74	1.819.585,16	3.322,36
LICHENTE	1.989,48	120,61	239.951,18	3.959.030,67	14.546,77
GUAYACANA	1.205,46	94,03	113.349,40	1.453.133,81	8.841,64
	17.902,50	976,07	1.227.725,19	24.138.892,15	73.569,50

Y = 42,21 + 0,02X

"r" obtenido = 0,03984 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 13 O.L. = 0,5139

"r" tabulado a nivel del 1% para 13 O.L. = 0,6411

N.S. = No significativo

TABLA XIX

RELACION ENTRE EL NITROGENO TOTAL Y NITROGENO INTERCAMBIABLE

TRINCHER HORIZONTE

Nombre de la muestra	N-total X	N-interc. Y	XY	X ²	Y ²
AGUA CLARA					
BUELLI	599,04	16,79	8.560,21	259.956,02	281,90
CHILVI	576,71	91,38	52.699,75	332.594,42	8.350,30
KILMETRO 20	464,22	52,22	24.241,56	215.500,20	2.726,92
CAJAPI	533,94	41,52	22.165,03	284.985,14	1.723,91
KILMETRO 40	971,96	37,70	35.642,89	944.706,24	1.421,29
TANGARAL	301,50	36,33	10.953,49	90.902,25	1.319,86
TANGARAL	554,29	68,85	38.162,86	307.237,40	4.740,32
WEST. CANDILLAS	723,39	88,85	64.273,20	523.293,09	7.894,32
KILMETRO 44	286,08	107,21	30.670,63	81.841,76	11.493,98
BURRILLA	532,25	96,81	73.470,62	869.090,06	6.211,01
GUALTAL	587,91	77,97	45.839,34	345.638,16	5.079,32
CAJAPI	562,44	36,01	34.657,46	926.290,75	1.296,72
ILOMTES	1.120,89	34,87	39.085,43	1.256.394,39	1.215,91
GUAYACANA	769,76	57,81	44.499,82	592.530,45	3.341,99
	9.253,08	826,32	525.022,29	7.030.041,13	98.097,75

$r = 60,20 - 0,02x$

"r" tabulado al nivel del 5% para 12 G.L. = 0,5324

"r" obtenido = -0,25352 N.S. "r" tabulado al nivel del 1% para 12 G.L. = 0,6614

N.S. = No significativo

TABLA IV

RELACION ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y FOSFORO ORGANICO
PRIMER HORIZONTE

Nombre de la muestra	P-total X	P-orgánico Y	XY	X ²	Y ²
AGUA CLARA	1.014,21	464,78	473,284,52	1.028,621,92	216,020,44
BUCHELI	622,52	164,22	102,230,23	387,551,15	26,960,20
CHILVI	862,74	32,08	27,676,69	744,320,30	1.029,12
KILOMETRO 28	150,24	45,50	6,835,92	22,572,05	2.070,25
CAJAPI	651,89	48,82	31,825,26	424,960,57	2.383,39
KILOMETRO 40	415,79	44,53	18,515,12	172,861,32	1.982,92
ZANGARAL	336,06	27,24	9,154,27	112,956,32	742,01
ZANGARAL	357,30	118,14	42,224,44	127,720,46	14.959,42
DESU. CARRILLILLAS	366,63	86,55	31,731,82	134,417,55	7.490,90
KILOMETRO 44	611,85	32,59	19,328,34	374,360,42	997,92
ESPIRILLA	1.312,28	134,49	176,488,53	1.722,078,79	18.087,56
OVALTAL	494,58	83,90	41,495,26	244,609,37	7.029,21
CAUNAPI	630,59	211,20	133,180,60	397,643,74	44.605,44
KLOMBETE	567,87	99,19	56,327,02	222,476,33	9.838,65
GUAYACANA	270,61	51,69	13,967,83	73,229,77	2.671,05
	6.665,24	1.643,93	1.182.385,95	6.290.360,06	355.807,28

$Y = - 17,49 + 0,22X$

"r" obtenido = 0,490269 N.S. "r" tabulado a nivel del 5% para 13 G.L. = 0,5139
"r" tabulado a nivel del 1% para 13 G.L. = 0,6411

N.S. = No significativo

RELACION ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y FOSFORO ORGANICO
SEGUNDO HORIZONTE

Nombre de la muestra	P-total I	P-orgánico Y	XY	X ²	Y ²
AGUA CLARA	202,04	11,25	2.272,95	40.820,16	126,56
BOSCHI	245,60	28,07	6.884,16	60.319,56	785,68
CHILVI	177,91	40,70	7.246,93	31.631,96	1.656,49
KILMETRO 28	102,20	28,83	3.465,36	10.444,84	831,16
CAJAPI	239,39	58,90	14.100,07	57.307,57	3.469,21
KILMETRO 40	557,30	157,94	88.051,55	310.806,25	24.945,04
TANGARAL	618,55	42,93	26.554,35	382.604,10	1.842,96
TANGARAL	185,67	32,42	6.019,42	34.473,54	1.051,05
DESV. CANDILLAS	188,20	44,38	8.373,17	35.419,24	1.969,58
KILMETRO 44	120,05	71,96	8.640,95	14.419,20	5.178,24
ESPRINILLA	377,31	28,88	10.896,71	142.362,63	834,05
QUALTAL	178,47	11,56	2.063,11	31.851,54	133,63
CAJAPI	399,68	43,25	17.286,16	159.744,30	1.870,56
LLORENTE	427,44	53,29	22.778,27	182.704,95	2.839,82
GUAYACANA	122,16	9,82	1.199,61	14.923,06	96,43
	4.142,20	661,14	225.826,77	1.509.852,30	47.630,48

Y = 21,98 + 0,08X

"r" obtenido = 0,43976 H.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 13 G.L. = 0,5139

"r" tabulado a nivel del 1% para 13 G.L. = 0,6411

H.S. = No significativo

SALA VI

RELACION ENTRE EL FOSFORO TOTAL Y FOSFORO ORGANICO

TANOSR HORIZONTE

Nombre de la muestra	P-total X	P-orgánico Y	XY	X ²	Y ²
AGUA CLARA	71,25	12,31	876,84	5.075,71	151,53
BORRILI	165,18	14,96	2.441,17	26.267,71	225,80
CHILVI	404,13	11,66	4.712,15	163.322,05	135,95
KILOMETRO 26	156,89	9,93	1.577,77	25.246,03	89,60
CAJAPI	157,80	65,91	10.084,99	24.900,84	4.084,48
KILOMETRO 40	62,45	7,13	445,26	3.900,00	50,83
TANGARAL	52,09	10,94	569,86	2.713,36	119,66
TANGARAL	158,13	14,96	2.365,62	25.005,09	225,80
DESV. CARRILLAS	122,08	48,94	5.974,59	14.903,52	2.395,13
KILOMETRO 44	102,40	38,49	3.941,37	10.485,76	1.481,48
ESPRIELLA	64,09	6,35	406,97	4.207,52	40,32
GUALTAL	106,11	9,84	1.063,80	11.687,77	96,82
CAJAPI	130,75	15,52	2.028,92	17.090,33	240,87
KLOMBE	54,96	5,61	208,43	3.024,80	31,47
GUAYACANA	1.810,29	270,55	36.797,74	338.087,49	9.374,75

$Y = 17,13 + 0,17X$

"r" obtenido = 0,087754 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 12 G.L. = 0,5324

"r" tabulado a nivel del 1% para 12 G.L. = 0,6614

N.S. = No significativo

SAMA VII

RELACION ENTRE EL PORCIENTO TOTAL Y POTASIO INTERCAMBIABLE

PRIMER HORIZONTE

Nombre de la muestra	K-total X	K-interc. Y	XI	X ²	Y ²
AGUA CLARA	4.335,38	972,14	4.214,596,31	18.795.519,74	945.056,17
BUCHI	6.211,72	1.307,16	6.119.711,91	38.585.465,35	1.708.667,26
CHIVI	3.686,99	87,95	324.381,38	13.593.526,56	7.740,48
KILOMETRO 28	3.847,30	109,23	420.240,57	14.801.717,29	11.931,19
CAJAPI	5.018,60	248,31	1.246.168,56	25.186.345,96	61.657,85
KILOMETRO 40	3.232,95	53,65	173.447,76	10.451.965,70	2.878,32
TANGAMBAL	2.871,61	364,99	1.048.108,93	6.246.143,99	133.217,80
TANGAMBAL	2.614,49	176,06	354.671,10	4.058.169,96	30.997,12
DESV. CADELILLAS	2.649,62	134,39	382.879,79	6.116.914,96	18.060,67
KILOMETRO 44	3.013,10	233,58	703.799,89	9.078.771,61	54.559,61
ESPISELLA	2.192,16	484,61	1.062.342,65	4.805.565,46	234.846,85
GUAYAL	2.652,21	229,90	609.743,07	7.034.217,86	32.854,01
CAJAPI	2.303,76	295,46	739.760,92	6.268.814,13	87.296,61
ILOMENTE	2.538,06	277,17	703.474,09	6.441.748,56	76.823,20
GUAYACANA	2.449,47	335,54	821.895,16	5.999.903,28	112.587,09
	49.416,82	5.410,17	20.925.222,09	181.464.790,43	3.539.174,13

T = 288,13 + 0,02X

"r" obtenido = 0,209752 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 13 G.L.=0,5139

"r" tabulado a nivel del 1% para 13 G.L.=0,6411

N.S. = No significativo

TABLA VIII

RELACION ENTRE EL POTASIO TOTAL Y POTASIO INTERCAMBIABLE
SEGUNDO HORIZONTE

Nombre de la muestra	K-total X	K-Intero. Y	XY	X ²	Y ²
AGUA CLARA	5.089,43	723,87	3.684.083,69	25.092.297,72	523.987,77
BUCHELI	3.617,71	467,27	1.690.447,35	13.087.025,64	218.341,25
CHILVI	2.439,97	78,27	190.796,45	5.951.013,63	6.126,19
KILOMETRO 28	1.755,74	112,78	198.012,35	3.082.622,94	12.719,32
CAJAYI	1.425,35	129,04	183.924,58	2.031.565,60	16.651,32
KILOMETRO 40	3.245,90	72,82	236.366,43	10.535.866,81	5.302,75
TANGARAL	2.642,71	319,44	844.187,28	6.983.916,14	102.041,91
TANGARAL	3.228,90	57,81	173.316,62	10.425.795,21	2.895,51
DESV. CADELILLAS	3.288,10	61,59	202.514,07	10.811.601,61	3.793,32
KILOMETRO 44	3.338,86	208,59	696.452,80	11.147.986,09	43.509,78
ESPIÑILLA	2.604,49	246,79	642.762,08	6.783.368,16	60.905,30
GUALTAL	3.561,81	172,01	612.666,93	12.686.490,47	29.387,44
CAMUFI	1.820,82	68,54	124.799,00	3.315.383,47	4.697,73
LICHIBI	1.846,26	338,61	625.162,09	3.408.675,98	114.656,73
GUAYACANA	1.964,25	88,25	173.343,06	3.858.276,06	7.788,06
	41.870,28	3.141,68	10.276.838,78	120.612.689,53	1.153.004,38

$r = 203,86 + 0,002x$

r obtenido = 0,209752 N.S.

r tabulado a nivel del 5% para 13 G.L. = 0,5139

r tabulado a nivel del 1% para 13 G.L. = 0,6411

N.S. = No significativo

TABLA IX

RELACION ENTRE EL POTASIO TOTAL Y POTASIO INTERCAMBIABLE

TERCER HORIZONTE

Nombre de la muestra	K-total X	K-intero. Y	XY	X ²	Y ²
AGUA CLARA					
RUCHELI	3.395,45	817,24	2.775.246,73	11.515.567,16	667.881,21
CHILVI	3.349,58	184,92	619.367,34	11.218.346,58	34.195,40
KILOMETRO 28	4.222,52	349,19	1.474.461,75	17.825.675,15	121.933,65
CAJAPI	1.938,34	262,25	508.329,66	3.757.181,33	68.775,06
KILOMETRO 40	3.460,75	44,81	155.076,20	11.976.790,56	2.007,93
TANGARAL	2.772,76	455,05	1.261.744,43	7.688.198,01	207.070,50
TANGARAL	3.334,10	49,59	165.338,01	11.116.222,81	2.459,16
DREV. GANDELLILLAS	2.653,20	131,42	348.683,54	7.039.470,24	17.273,21
KILOMETRO 44	2.405,74	307,59	739.366,38	5.777.965,98	94.611,60
ESPIRILLA	2.996,73	517,16	1.480.072,88	8.391.044,69	267.454,46
QUALTAL	3.584,92	549,89	1.861.333,65	11.457.683,40	302.379,01
CAVAPI	1.275,12	241,27	307.648,20	1.625.931,01	58.211,21
LORETES	1.850,34	184,69	338.045,49	3.390.144,51	34.110,39
GUAYACANA	2.174,63	115,12	250.343,40	4.729.015,63	13.252,61
	39.089,96	4.210,19	12.301.057,66	117.475.036,86	1.891.613,40

$Y = 283,97 + 0,006X$

"r" obtenido = 0,077346 N.S.

"r" tabulado a nivel del 5% para 12 G.L.=0,5324

"r" tabulado a nivel del 1% para 12 G.L.=0,6614

N.S. = No significativo

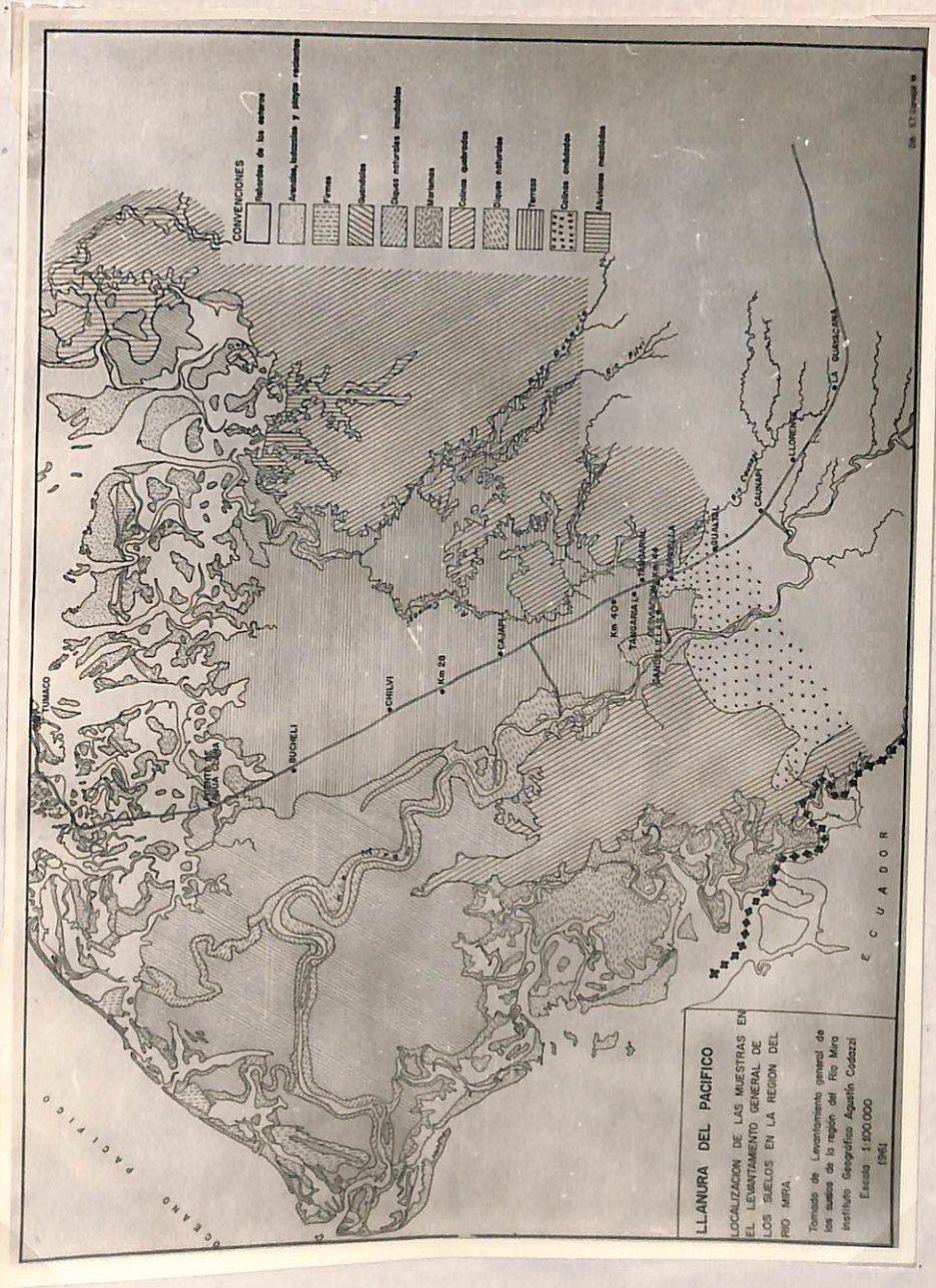


Figura 1.

Fotocopia: I. Santacruz

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

T
631.4
A549f
Ej.1

Inventario: 7817

Autor: Néstor F. Angulo R. y otro

Título: Fraccionamiento del
nitrógeno, fosforo y...

Fecha Dev.	Nombre	Carnet



T
631.4
A549f
Ej.1

7817

Universidad de Nariño
Pasto (Nariño)

7817

7817



Universidad de Nariño

BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO